

Daniel Cohenca

**MODELAGEM DE CENÁRIOS DE OCUPAÇÃO NO  
LITORAL SUL DE SANTA CATARINA UTILIZANDO  
TÉCNICAS DE ANÁLISE GEOESPACIAL**

Dissertação submetida ao Programa de  
Pós-graduação em Geografia da Uni-  
versidade Federal de Santa Catarina  
para a obtenção do título de Mestre em  
Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio  
Oliveira Vieira

Florianópolis - SC  
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Cohenca, Daniel

MODELAGEM DE CENÁRIOS DE OCUPAÇÃO NO LITORAL SUL DE  
SANTA CATARINA UTILIZANDO TÉCNICAS DE ANÁLISE GEOESPACIAL /  
Daniel Cohenca ; orientador, Carlos Antonio Oliveira  
Vieira - Florianópolis, SC, 2016.  
149 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa  
de Pós-Graduação em Geografia.

Inclui referências

1. Geografia. 2. Ocupação costeira. 3. Mudança de uso e  
cobertura da terra. 4. Modelagem dinâmica espacial. 5.  
Geoprocessamento. I. Vieira, Carlos Antonio Oliveira. II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós  
Graduação em Geografia. III. Título.

Daniel Cohenca

## **MODELAGEM DE CENÁRIOS DE OCUPAÇÃO NO LITORAL SUL DE SANTA CATARINA UTILIZANDO TÉCNICAS DE ANÁLISE GEOESPACIAL**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Geografia e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 19 de fevereiro de 2016.

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Aloysio M. de Araújo Jr.

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFSC

### **Banca Examinadora:**

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Carlos Antônio Oliveira Vieira  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marinez Eymael Garcia Scherer  
Universidade Federal de Santa Catarina

\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Paula Dutra de Aguiar  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
(Videoconferência)

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Francisco Henrique de Oliveira  
Universidade do Estado de Santa Catarina



Este trabalho é dedicado aos meus filhos Diogo e Irene, à minha querida mãe, que deixou todos os sonhos serem possíveis, e à memória de meu pai, que incentivou minha formação acadêmica.



## **AGRADECIMENTOS**

Ao IBAMA por me oportunizar esses dois anos de aprendizagem, à Dra. Ana Paula Aguiar, por pacientemente ensinar e corrigir nos detalhes da aplicação do LuccME, ao meu orientador Dr. Carlos Vieira, que entre suas atribuições na reitoria me incentivava a sua maneira.

Agradeço especialmente à Raquel Carvalho, doutoranda do CCST/INPE, por além de revisar o texto com propriedade e dedicação, me incentivar nas horas fáceis e difíceis.







Placa encontrada em uma obra  
(Autor desconhecido)



## **Modelagem de cenários de ocupação no litoral sul de Santa Catarina utilizando técnicas de análise geoespacial.**

### **RESUMO**

Nas três últimas décadas, como resultado de diversos vetores de ocupação, a paisagem da zona costeira sul de Santa Catarina se alterou de maneira acentuada. Considerando a ocupação e uso do solo como processos que seguem padrões vinculados ao contexto histórico e às características naturais e humanas de uma região, o objetivo deste trabalho foi identificar os vetores de mudança de uso e cobertura da terra, mapear regiões com diferentes padrões de ocupação em termos de modelo social e produtivo no uso da terra, compreender a dinâmica de ocupação qualitativa e quantitativamente, modelar cenários simulados da ocupação futura e identificar áreas com maior potencial de conservação em dois municípios desta região: Passo de Torres e Balneário Gaivota. A partir da análise de imagens de satélite, aerofotografias, levantamento de dados fundiários e entrevistas, foi possível extrair os vetores que influenciam o uso do solo e perceber que são dependentes de regiões de acordo com distintos tipos de ocupação, baseada na finalidade de uso da propriedade. Através de métodos de análise multitemporal das mudanças no uso e cobertura da terra, mensurou-se as mudanças espacial e temporalmente, de modo qualitativo e quantitativo. Utilizaram-se imagens LandSat dos anos de 1985, 1994, 2004 e 2014, técnica de classificação de imagens orientadas a objetos (OBIA) e análise vetorial pós-classificação para mensurar as trajetórias de mudança do uso do solo ocorridas ao longo das três décadas. Utilizou-se do método de modelagem dinâmica espacial para simulação de cenários de tendências destas mudanças do uso do solo. As variáveis resposta foram as classes de uso do solo: Urbana, Uso Rural, Natural e Água. As variáveis explicativas (vetores) responsáveis pelo padrão das mudanças na ocupação foram selecionadas e mapeadas e todas integradas em um banco de dados geoespacial. Utilizou-se a regressão logística multivariada para ponderar a influência dos vetores e alimentar o módulo potencial do modelo espacialmente explícito *LuccME* (módulo do *TerraME*, ambos desenvolvidos no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE) efetuando a fase de calibração entre dados de 1994 e 2004, validação do modelo comparando dados entre 2004 e 2014 e posteriormente a projeção de mudança do uso do solo, simulando cenários para 30 anos. Os resultados identificaram cinco regiões diferenciáveis segundo padrões de ocupação podendo-se mapeá-las em: pequena propriedade de agricultura familiar, grande propriedade rural de produção pecuária e florestal, área

rural de predomínio da rizicultura, loteamentos litorâneos e sedes urbanas. Foram identificados os seguintes vetores de mudança do uso da terra: grau de implantação dos loteamentos, densidade populacional, distância ao mar, infraestrutura viária, distância aos centros das cidades, distância ao núcleo das comunidades rurais e distância às manchas urbanas consolidadas, atuantes em diferentes graus em cada região. No estudo multitemporal aferiu-se que, no histórico de 30 anos: houve avanço das áreas de uso agropecuário em 19,3%, majoritariamente na zona mais interiorizada; a classe urbana mostrou crescimento de 918,9%, principalmente na região mais próxima à orla e houve 47% de perda de áreas de predomínio de vegetação natural para as demais classes. Em 2014 existiam 4.300 ha de remanescentes de vegetação nativa, porém sofrendo com uma expansão agropecuária e urbana. Os cenários futuros indicaram a provável alocação das mudanças e de duas áreas com potencial de conservação próximas a orla, nas quais existiriam menor tendência a ocupação.

**Palavras-chave:** Ocupação costeira. Processo de urbanização. Passo de Torres. Balneário Gaivota. Santa Catarina. Litoral. Multitemporal. Classificação. OBIA. Uso do solo. Mudança de uso e cobertura da terra. LandSat. Modelagem dinâmica espacial. Geoprocessamento. *LuccMe*.

## **Modeling occupation scenarios on Santa Catarina southern coast (Brazil) using geospatial analysis techniques.**

### ***ABSTRACT***

The landscape of Santa Catarina coastal area has changed sharply because of various vectors of occupation in the last three decades. Considering the occupation and land use as processes that follow patterns related to the historical context and the environmental and human characteristics of a region, the aim of this study was: identify the vectors of change in land use and land cover; mapping regions with different settlement patterns in terms of social and productive model in land use; understand the dynamics in occupation qualitative and quantitatively; model simulated scenarios of future occupation and to identify areas with the potential for conservation in two municipalities of the region: Passo de Torres and Balneario Gaivota. From satellite image analysis, aerial photography, survey of land data and interviews, it was possible to extract the drivers that influence land use and realize that they are dependent regions according to different types of occupation, based on the use of purpose of property. Through multi-temporal analysis methods for Land Use and Cover Change (LUCC), was measured changes by spatial and temporal, qualitative and quantitative ways. It was used Landsat images from the years 1985, 1994, 2004 and 2014, Object Based Image Analysis (OBIA) classification technique and post-classification vector analysis to measure the change trajectories of land use that occurred over the past three decades. Finally, using the spatial dynamics modeling method was simulated scenarios trends of changes in land use. The response variables were the land use classes: Urban, Rural Use, Natural and Water. The explanatory variables (vectors) responsible for the pattern of changes in occupation were selected, mapped and integrated into a geospatial database. Multivariate logistic regression was used to examine the influence of vectors and input the potential module of the spatially explicit model *LuccME* (module of *TerraME*, developed at the National Institute for Space Research - INPE). The calibration phase was the period between 1994 and 2004, model validation was comparing data between 2004 and 2014 and then the projection of land use change, simulating scenarios for 30 years. The results identified five regions differentiated according to occupation model, allowing mapping them in: smallholding family farming, large farm with livestock and forestry production, rural predominance of rice growing, coastal settlements and urban center. The following vectors of land use change were identified: degree of implementation of coastal

settlements, population density, distance from the sea, road infrastructure, distance to city centers, distance to the core of rural communities and distance to consolidated urban spots, active in different levels in each region. Multi-temporal study in the 30 years history could verify that: there has been a progress in rural use areas by 19.3%, mostly in interior zone; the urban class showed growth of 918.9%, mainly in the seashore zone and there was 47% loss of natural vegetation cover for the other classes. In 2014, there were 4,300 hectares of remnant native vegetation, but suffering from an agricultural and urban expansion. The future scenarios indicate the probable allocation of changes and two areas with potential for conservation, where there would be less likely to occupation.

**Keywords:** Coastal occupation. Urbanization process. Passo de Torres. Balneario Gaivota. Santa Catarina. Multi-temporal analysis. Classification. OBIA. Land Use and Cover Change (LUCC). Landsat. Spatial dynamic modeling. GIS. *LuccMe*.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Setor 5 (Litoral Sul) da Zona Costeira do estado de Santa Catarina destacando os municípios de Passo de Torres e Balneário Gaivota. ....	32
Figura 1.2 - Linha do tempo dos desmembramentos que originaram os municípios de Passo de Torres e Balneário Gaivota. ....	33
Figura 1.3 - Macrozoneamento Municipal de Passo de Torres, Anexo a Lei Complementar 008/2011 (Passo de Torres, 2011d). ....	35
Figura 1.4 - Delimitação de Zona Urbana e Zona Rural segundo Prefeitura Municipal de Balneário Gaivota. ....	36
Figura 1.5 - Mapa de cobertura da terra de 30/01/2014 obtida por classificação supervisionada da imagem LandSat 8/OLI, órbita 220, ponto 080 pelo método Máxima verossimilhança. ....	37
Figura 1.6 - Canais de drenagem artificiais sobre áreas alagadiças de restinga em Aerofotografia de 1978 Cena 04217. ....	45
Figura 1.7 - Placa de venda de lotes em loteamento registrado em 1979, mas ainda não implantado, em Balneário Gaivota. ....	49
Figura 1.8 - Exemplo de loteamento com 2.000 lotes de 288m², registrado em 1982, mas nunca implantado, sobreposto a uma imagem RapidEye de 2012. ....	50
Figura 1.9 - Evolução da ocupação da sede urbana de Passo de Torres. (a) Aerofotografia de 1938 cedidas pela Secretaria de Estado de Planejamento, destaque para a incipiente ocupação a margem do Rio Mampituba; (b) aerofotografias de 1978, cedidas pelo Departamento Nacional de Pesquisas Minerais - DNPM; (c) aerofotografias de 1996 cedidas pela Secretaria de Patrimônio da União - SPU, em destaque o bairro Passárgada; (d) imagem de satélite de 22/07/2013 disponível no software GoogleEarth, em destaque remanescente das dunas da sede urbana. ....	53
Figura 1.10 - Ponte veicular inaugurada em 2008 e o primeiro edifício de Passo de Torres, ainda em construção (vista a partir de Torres/RS em 17/06/2014). ....	54

Figura 1.11 - Evolução da ocupação da sede urbana de Balneário Gaivota. (a) Aerofotografia de 1938 cedidas pela Secretaria de Estado de Planejamento; (b) aerofotografias de 1978 cedidas pelo Departamento Nacional de Pesquisas Minerais - DNPM; (c) aerofotografias de 1996 cedidas pela Secretaria de Patrimônio da União - SPU; (d) imagem de satélite de 13/10/2013 disponível no software GoogleEarth. ....	55
Figura 1.12 - Mapa dos padrões de ocupação. ....	56
Figura 2.1 - Localização dos municípios de Passo de Torres e Balneário Gaivota. ....	70
Figura 2.2 - Carta imagem dos municípios de Passo de Torres e Balneário Gaivota. Imagem Landsat-8/OLI, órbita_ponto: 220_080 de 30/01/2014, composição RGB nas bandas 654. ....	71
Figura 2.3 - Resultado da classificação e pós-classificação das imagens dos anos de 1985, 1994, 2004 e 2014 (Projeção UTM fuso 22, Datum WGS84). Os quantitativos absolutos e relativos por classe estão dispostos na figura 2.4).....	81
Figura 2.4 - Resultados quantitativos de cada classe nas imagens classificadas (valores em hectares e percentuais). ....	82
Figura 2.5 - Mudanças na cobertura da terra em cada período analisado (valores em hectares). ....	83
Figura 2.6 - Trajetórias multitemporais na cobertura da terra. Valores percentuais do total de mudanças detectada nas três décadas. ....	85
Figura 2.7 - Espacialização das trajetórias de transição da cobertura da terra. ....	86
Figura 2.8 - Transições da cobertura da terra entre as classes Água, Natural, Uso Rural e Urbana nas regiões de padrão de ocupação: A) Sedes Urbanas; B) Loteamentos Litorâneos; C) Rural grandes propriedades; D) Rural pequenas propriedades; E) Rizicultura e F) Lagoa entre as classificações das imagens dos anos 1985, 1994, 2004 e 2014. (O quadro superior indica a legenda para leitura dos quadros regionais). ....	88
Figura 3.1 - Municípios de Balneário Gaivota e Passo de Torres, estado de Santa Catarina, Brasil. ....	103



Figura 3.2 - Mapa do loteamento Village Dunas II registrado em cartório em 24/07/1980 com 2.000 lotes de 288m <sup>2</sup> cada, que até 2014 não havia sido implantado, sobre imagem RapidEye de 10/12/2012. ....	105
Figura 3.3 - Mapa dos padrões de ocupação na área de estudo. ....	106
Figura 3.4 - Organograma metodológico na modelagem de cenários. ....	107
Figura 3.5 - Mapas das distribuições da influência das variáveis explicativas no espaço celular. Quanto mais escuro maior é o valor absoluto do atributo na célula, escalas diferenciadas em função da variável. ....	113
Figura 3.6 - Evolução da demanda utilizada na projeção do cenário com tendência a continuidade (valores em percentuais). ....	119
Figura 3.7 - Evolução da demanda utilizada na projeção do cenário com tendência a redução da taxa de urbanização em 3% ao ano e de perda da classe Natural em 6% ao ano (valores em percentuais). ....	120
Figura 3.8 - Cenários com tendência de continuidade de 2014 a 2044. ....	125
Figura 3.9 - Cenários com tendência de redução na taxa de mudanças de 2014 a 2044. ....	126



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Dados históricos e censitários dos municípios estudados. ....	34
Tabela 1.2 - Resumo da qualificação dos informantes-chave. ....	40
Tabela 1.3 - Terrenos e loteamentos litorâneos nos municípios de Passo de Torres e Balneário Gaivota. ....	48
Tabela 2.1 - Sensores, datas e bandas espectrais das imagens utilizadas (órbita 220, ponto 080). ....	72
Tabela 2.2 - Valores dos parâmetros utilizados na segmentação das imagens Landsat. ....	74
Tabela 2.3 - Classes de cobertura da terra e agrupamentos definidos para área de estudo. ....	75
Tabela 2.4 - Matrizes de Confusão, índices de exatidão global e coeficientes Kappa das classificações. ....	79
Tabela 2.5 - Valores das variâncias dos coeficientes Kappa e do teste estatístico Z obtidos a partir das classificações das imagens... 80	80
Tabela 2.6 - Coeficiente Kappa condicional e global. ....	80
Tabela 2.7 - Taxas de variação das classes de cobertura da terra. ....	83
Tabela 2.8 - Transições mais frequentes ocorridas na cobertura da terra por período. ....	84
Tabela 2.9 - Taxas de mudanças ocorridas por região. ....	87
Tabela 2.10 - Destaques das mudanças sofridas nas áreas naturais extraídas na análise multitemporal. ....	93
Tabela 3.1 - Dados demográficos dos municípios de Balneário Gaivota e Passo de Torres. ....	104
Tabela 3.2 - Variáveis independentes (explicativas) utilizadas na modelagem espacialmente explícita. ....	110
Tabela 3.3 - Pares de correlações maiores que 0,7 das variáveis explicativas oriundos da matriz de correlação para o modelo regionalizado (siglas na Tabela 3.2). ....	121
Tabela 3.4 - Intercepto e coeficientes angulares com as variáveis que melhor ajustaram o modelo de regressão logística para cada classe de uso da terra no Modelo Global. Todas com significância maior que 99% ( $p < 0,01$ ). ....	122
Tabela 3.5 - Intercepto e coeficientes angulares com as variáveis que melhor ajustaram o modelo de regressão logística para cada classe de uso da terra no Modelo Regionalizado. Todas com significância maior que 95% ( $p < 0,05$ ). ....	122



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	23
-------------------------------	----

<b>CAPÍTULO 1. VETORES DA OCUPAÇÃO NA ZONA COSTEIRA DO SUL DE SANTA CATARINA.</b> .....	29
1.1 INTRODUÇÃO .....	29
1.2 MÉTODOS .....	30
1.2.1 Caracterização da área de estudo .....	30
1.2.2 Sistema de Informação Geográfica .....	37
1.2.3 Extensão Temporal .....	38
1.2.4 Entrevistas e observações de campo .....	39
1.3 RESULTADOS .....	41
1.3.1 Pequenas propriedades situadas na zona rural .....	41
1.3.2 Grandes propriedades situadas na zona rural .....	43
1.3.3 Rizicultura.....	45
1.3.4 Loteamentos litorâneos .....	46
1.3.5 Sede urbana.....	52
1.3.6 Padrões de ocupação e Uso do Solo.....	55
1.4 DISCUSSÃO .....	57
1.5 CONCLUSÃO .....	59
1.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

<b>CAPÍTULO 2. TRAJETÓRIAS DE MUDANÇA NO USO E COBERTURA DA TERRA NA ZONA COSTEIRA SUL DE SANTA CATARINA.</b> .....	67
2.1 INTRODUÇÃO .....	67
2.2 MÉTODOS .....	69
2.2.1 Área de estudo. ....	69
2.2.2 Imagens utilizadas.....	71
2.2.3 Classificação .....	73
2.2.4 Avaliação da precisão da classificação .....	75
2.2.5 Pós-Classificação .....	77
2.2.6 Análise Multitemporal .....	78
2.3 RESULTADOS .....	79
2.3.1 Avaliação da precisão da classificação .....	79
2.3.2 Classificação e Análise Multitemporal .....	80
2.3.3 Trajetórias de mudança da cobertura da terra .....	83

2.3.4	Transições e padrão de ocupação. ....	86
2.4	DISCUSSÃO .....	91
2.5	CONCLUSÃO.....	95
2.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	97

### **CAPÍTULO 3. MODELAGEM DE USO E COBERTURA DA TERRA NO LITORAL DE SANTA CATARINA: UM POTENCIAL NA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PARA CONSERVAÇÃO.....**

3.1	INTRODUÇÃO.....	101
3.2	MÉTODOS.....	103
3.2.1	Área de Estudo. ....	103
3.2.2	Modelagem espacialmente explícita.....	107
3.2.2.1	Concepção .....	107
3.2.2.2	Implementação .....	111
3.2.2.3	Aplicação do modelo .....	113
3.3	RESULTADOS .....	121
3.3.1	Análise das variáveis .....	121
3.3.2	Calibração e validação.....	124
3.3.3	Simulação de cenários .....	124
3.4	DISCUSSÃO .....	128
3.4.1	Identificação de áreas para conservação.....	128
3.5	CONCLUSÕES .....	131
3.6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	132

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS .....**

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....**

### **APÊNDICE 1. Questionários aplicados nas entrevistas\* .....**

## INTRODUÇÃO GERAL

Dados recentes sobre o estado de conservação da vegetação de restinga no Brasil indicam 641.284 hectares (ha) remanescentes, destes 76.016ha (12%) no estado de Santa Catarina (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2014). Infelizmente não há séries temporais extensas para comparativos da evolução do desflorestamento nesta fitofisionomia em relação ao restante da mata atlântica.

A vegetação de restinga caracteriza-se por existirem sobre depósito arenoso paralelo à linha da costa, produzido por processos de sedimentação e possuem diferentes comunidades que recebem influência marinha, com cobertura vegetal em mosaico, encontrada em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando, de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo. De acordo com o código florestal as restingas são consideradas áreas de preservação permanente quando fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues (BRASIL, 2012). Esta vegetação exerce papel fundamental para a estabilização do substrato arenoso nestes ambientes, protegendo da ação do vento, que se constitui em importante agente modificador da paisagem (SCHERER; MARASCHIN-SILVA; BAPTISTA, 2005).

Nas últimas três décadas a ocupação do litoral brasileiro se deu de maneira acelerada, impulsionada por diversos fatores (DIEGUES, 1999; JABLONSKI; FILET, 2008; MORAES, 2007). Entre eles estão: o aumento do fluxo turístico, especificamente do turismo praiano, o incremento de infraestrutura com a facilitação de acesso e o aumento de poder aquisitivo, culminando com a expansão do mercado imobiliário.

Uma das ferramentas mais utilizadas para minimizar conflitos socioambientais em se tratando do gerenciamento de ecossistemas naturais sobre forte pressão é o zoneamento ecológico-econômico, preferencialmente elaborado de forma participativa e que conjugue os diversos vetores de ocupação costeira e a conservação dos ambientes legalmente protegidos de forma espacialmente explícita. Em se tratando do gerenciamento do litoral catarinense, o GERCO/SC (Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro de Santa Catarina) busca, desde 2009, realizar um zoneamento ecológico-econômico costeiro no estado. O programa dividiu o litoral do estado em cinco setores, sendo o litoral sul do estado, composto pelos municípios Araranguá, Balneário Arroio do Silva, Balneário Gaivotas, Içara<sup>1</sup> e Passo de Torres, e pelos municípios interiori-

---

<sup>1</sup> Em 2013 o município de Içara foi subdividido e sua porção costeira tornou-se o município de Balneário Rincão.

zados: Santa Rosa do Sul, São João do Sul e Sombrio (SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO, 2013). Os primeiros têm em comum estarem sobre depósitos quaternários, compostos de campos de dunas móveis, planícies fluviomarinhas, áreas planas com presença de diversas lagoas costeiras e praias retilíneas extensas com raros acidentes geográficos (CPRM, 2010; DNPM, 1986; SANTOS, 2008).

No entanto essa iniciativa esbarrou em diversos interesses que dificultou o consenso no mapeamento das proposições, em especial conflitos entre proteção de ecossistemas naturais remanescentes e proposição de áreas de expansão urbana.

Apesar de utilizar de Sistema de Informações Geográficas e algumas outras ferramentas de Geoprocessamento o programa não utilizou nenhum método de análise espacial para determinar o inter-relacionamento das diversas informações socioeconômicas e ambientais. O uso de ferramentas de análise espacial e modelagem dinâmica para a compreensão da dinâmica e projeção de tendências da ocupação é um instrumento que poderia fornecer importantes elementos na construção da proposta de zoneamento embasada tecnicamente (BASSE et al., 2014; CHO; NEWMAN, 2005).

Em meados do ano de 2014, buscando conciliar a ocupação costeira destes municípios com marcos legais ambientais pertinentes (principalmente a conservação das áreas especialmente protegidas), um grupo de trabalho coordenado pela Secretaria de Estado do Planejamento do Governo de Santa Catarina e pelo Ministério Público Federal propôs a elaboração de "termos de ajuste de conduta nos municípios do litoral sul de Santa Catarina". As áreas consideradas urbanas deveriam ser redelimitadas e adequadas à legislação ambiental, conforme seu grau de ocupação e implantação (SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO, 2014).

O emprego de diferentes métodos na investigação e modelagem de Mudanças de Uso e Cobertura da Terra advém da complexidade dos processos que cercam tais mudanças e da necessidade de reconstrução histórica para compreensão do espaço geográfico (RINDFUSS et al., 2004; ROUNSEVELL et al., 2012). Espaço e tempo são elementos integrados que caminham concomitantemente na determinação da formação geográfica (BESER DE DEUS, 2013; SANTOS, 2006). Nessa perspectiva, buscou-se a percepção do papel de diferentes vetores socioeconômicos e ambientais nas mudanças de uso da terra, compreendidos, em campo de maneira qualitativa, como vetores causais e nas suas consequências mensuráveis quantitativamente, através de imagens de satélite e métodos de geoprocessamento. Finalmente, utilizou-se do método de



modelagem dinâmica espacial para simulação das consequências futuras. Um método prático de aplicação deste conhecimento com utilidade em simular cenários para planejar, evitar, amplificar ou redirecionar os fenômenos observados.

Em se tratando da delimitação da área de estudo, a escolha dos municípios de Passo de Torres e Balneário Gaivota, deveu-se primeiramente à percepção de que, ao aprofundar a escala da análise dos vetores de mudança de uso do solo seria possível captar com maior profundidade os padrões de ocupação existentes no município (MEETEMEYER, 1989). Esta escolha se baseia na premissa de que regiões com padrões de ocupação diferentes, em termos de tamanhos de propriedades, tipo de uso do solo, tipo de ocupação histórica e finalidade da ocupação possuiriam trajetórias distintas e que isso deveria ser considerado tanto na análise do histórico das mudanças de uso do solo quanto nas projeções de mudanças futuras.

Em segundo lugar, a escolha dos dois municípios deveu-se a estes possuírem muitos elementos que se repetem nos demais municípios do litoral sul do estado. A faixa litorânea, quase na totalidade planejada em loteamentos, foram consideradas zonas urbanas pelas legislações municipais e consequentemente vêm sofrendo substituição rápida dos ambientes naturais por arruamentos e edificações em detrimento da legislação federal que protege as lagoas e restingas protetoras de dunas. Essa identidade entre os municípios permite a interpretação dos resultados alcançados em escala regional, por não se tratarem de casos específicos, mas exemplos de um fenômeno que vêm ocorrendo em toda a região litorânea.

No entanto há um diferencial destes dois municípios em relação aos vizinhos. Dos Santos (2008) mapeou o uso da terra nos municípios do litoral sul catarinense, e seus resultados demonstram estarem num estágio de ocupação menos avançado, prevalecendo ambientes com cobertura natural, o que propicia a iniciativa de estratégias de ações concretas para a conservação dos espaços naturais remanescentes, e recuperação e regramento dos espaços ainda em processo insípido de atividades antrópicas.

Cabe lembrar que o sistema de unidades de conservação na zona costeira sul de Santa Catarina restringe-se apenas a Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca. Criada no ano 2000, possui 34.592 ha em porção terrestre (156.100 ha no total) esse quantitativo engloba além das restingas litorâneas, outros ecossistemas nativos e, por ser uma unidade de uso sustentável, algumas áreas urbanizadas e outras de uso rural em diversos graus de antropização (ICMBIO, 2011).

Nesta dissertação diversas coberturas da terra observadas e classificadas foram agrupadas em quatro classes de uso do solo para facilitar a caracterização dos espaços, melhorar a compreensão das trajetórias de uso da terra e precisar as simulações. A classe Natural agrupou as dunas, restinga herbácea, restinga de banhados e restinga arbórea, podendo conter formações primárias ou secundárias. As formações primárias são muito raras na área de estudo. As formações nativas secundárias sem uso agropecuário, mesmo quando bastante alteradas em relação a sua forma nativa, mas que continham vegetação típica dos ambientes naturais em processo de regeneração foram incluídas nesta classe. Incluíram-se também os casos de alguns banhados que são usados como pastagem nativa para o gado em determinados períodos do ano, pois é comum na região os produtores soltarem o gado nas restingas de banhados e de campos de dunas.

A classe de Uso Rural foi definida como agrupamento de usos agropecuários. Os mais comuns na região são rizicultura de inundação, pastagem, cultivo de espécies madeireiras exóticas (*Pinus spp* e *Eucalyptus spp*) e cultivos agrícolas diversificados em pequena escala.

A classe Urbana envolve mais dificuldade de conceituação devido a existência de gradiente da densidade populacional e construtiva e de presença de serviços públicos em graus variados nos espaços em inicial processo de urbanização. Porém buscou-se manter o conceito de área urbana consolidada contida na Lei Federal nº 11.977/2009, que teve seu conceito incluído no Código Florestal pela Lei Federal nº 12.727/2012 onde área urbana consolidada é a parcela da área urbana (esta definida por lei municipal de zoneamento ou plano diretor) com densidade demográfica superior a cinquenta habitantes por hectare e malha viária implantada e que tenha, no mínimo, dois dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados: a) drenagem de águas pluviais urbanas; b) esgotamento sanitário; c) abastecimento de água potável; d) distribuição de energia elétrica; ou e) limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos. Na classificação de imagens de satélite definiu-se a classe como agrupamento de residências e malha viária que produzem padrões texturais, espectrais e geométricos característicos destas zonas. Em consequência deste padrão, além das áreas de urbanização consolidada na região central dos municípios, também foram inclusos nesta classe as sedes das comunidades e os núcleos com concentração de domicílios nos loteamentos litorâneos.

O objetivo central da pesquisa foi compreender a dinâmica e projetar as tendências da ocupação da restinga nos municípios no litoral sul de Santa Catarina. Para isso utilizou-se de métodos de análise espacial

associados a pesquisas qualitativas para investigação dos vetores de mudança no uso da terra.

Levantou-se a hipótese de que a continuidade da atual dinâmica de ocupação rural e urbana conduziria os ecossistemas naturais do sul do estado a sua extinção em poucas décadas. Tal hipótese baseada na observação empírica sobre a velocidade de mudanças e comparação com outros setores do litoral brasileiro.

A dissertação está composta por três capítulos seguindo uma linha lógica na qual a elaboração de cada um embasa a construção dos seguintes. Cada um dos capítulos possui um ou mais objetivos específicos da dissertação e constroem um quadro balizador para a formação dos cenários de mudança de uso da terra. Os capítulos foram estruturados em forma de artigos, podendo ser submetidos individualmente para publicação científica.

O primeiro capítulo tem objetivo de mapear regiões com padrões de ocupação específicos e identificar os principais vetores que estariam determinando a atual ocupação dos municípios. Mescla técnicas de pesquisa qualitativa em geografia social e construção histórica. Este capítulo baseou-se na coleta de informações de diferentes fontes: entrevistas com diversos setores da sociedade, indivíduos com o conhecimento histórico da evolução fundiária e socioeconômica da área de estudo ou de partes dela; montagem de um sistema de informações geográficas com imagens históricas de sensores remotos e várias feições adquiridas na prefeitura, relativos a estrutura fundiária urbana e rural e malha viária; finalmente observações de campo que qualificaram as informações obtidas nas entrevistas e dirimiram dúvidas relativas ao uso da terra. Os resultados permitiram que a partir de um maior conhecimento da dinâmica territorial e estrutura econômica e fundiária pudesse melhorar a modelagem dinâmica espacial.

O segundo capítulo objetiva realizar a análise espacial multitemporal das mudanças de cobertura da terra, quantificando e espacializando as trajetórias de uso do solo ocorridas nos últimos 30 anos. Utiliza técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Quatro imagens da série de satélites LandSat com intervalo temporal de aproximadamente dez anos cada uma: 1985, 1994, 2004 e 2014 foram classificadas segundo a cobertura do solo com técnica de Análise de Imagem Orientada a Objeto - OBIA. Avaliou-se a precisão da classificação e procedeu-se a comparação vetorial em método pós-classificação. Os resultados quantificaram as classes de cobertura da terra sobre a área de estudo em cada período e suas alterações, mostrando os efeitos do processo de

urbanização e aumento das atividades agropecuárias sobre a vegetação natural, e sua evolução temporal e regionalizada.

No terceiro capítulo, sob o objetivo de estimar a alocação espacial de futuras mudanças no uso da terra e subsequentemente identificar áreas com potencial para conservação, foram utilizados os resultados obtidos nos capítulos anteriores. Dados qualitativos dos vetores e a espacialização das regiões de ocupação, resultantes do primeiro capítulo e as trajetórias e quantidades de mudança resultantes do estudo multitemporal sobre imagens de sensores remotos do segundo capítulo foram integrados para modelar espacialmente dois cenários de ocupação para os próximos 30 anos. No primeiro, mantendo-se a quantidade de mudança e trajetórias observadas nos últimos 10 anos, e no segundo estimando-se a diminuição gradual das taxas de mudanças, considerando um futuro com aumento da governança na aplicação da legislação ambiental sobre a zona costeira. A modelagem espacial utilizou-se o arcabouço de modelagem LuccME desenvolvido pelo INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - que se baseou em um espaço celular com células de um hectare que agrupavam as informações das oito variáveis explicativas, que quantificavam os vetores de mudança de uso da terra e as classes de uso da terra como variável resposta. Através da técnica estatística da regressão logística multivariada o programa ponderou a influência de cada vetor sobre a distribuição espacial de cada classe simulando a alocação de mudanças e gerando mapas de uso da terra com a quantidade de mudança estabelecida previamente.

Os resultados permitiram observar a tendência a concentração do processo de urbanização com muita influência da vizinhança e da infraestrutura existente nos loteamentos. Na zona litorânea a tendência de persistirem alguns focos de concentração de vegetação nativa e na área rural a quase extinção desta classe de uso. Discute-se que algumas medidas que aumentem a conservação causariam grande diferença na manutenção dos ecossistemas nativos costeiros e nas possibilidades de aplicação das ferramentas de modelagem no zoneamento ecológico e econômico.

## **CAPÍTULO 1.**

### **VETORES DA OCUPAÇÃO NA ZONA COSTEIRA DO SUL DE SANTA CATARINA.**

#### **1.1 INTRODUÇÃO**

A conformação do espaço geográfico é resultado da organização da sociedade num processo híbrido, formado por ideias e ações, que ocorre num certo tempo (SANTOS, 2006). Portanto, espaço e tempo são elementos fundamentais para compreender a mudança dos fenômenos. Há várias aplicações e, conseqüentemente, demandas por estudos que empregam essas duas escalas que, na realidade, estão integradas. No planejamento, espaço e tempo, visíveis a partir de suas escalas, são responsáveis pela compreensão da dinâmica socioespacial e ambiental (BESER DE DEUS, 2013).

As mudanças de uso a terra são causadas por decisões de atores, que agem individualmente ou coletivamente e que por sua vez são influenciados por uma complexidade de fatores biofísicos e socioeconômicos que interagem no tempo e no espaço. Através da análise das causas e conseqüências que implicaram mudanças no uso do solo é possível buscar a compreensão das trajetórias e assim projetar cenários futuros. A adequada identificação dos vetores socioeconômicos e ambientais que levaram a conformação geográfica de uma determinada região ao longo do tempo é crucial para a confiabilidade das simulações de mudanças e construção de cenários na modelagem dinâmica espacial (VERBURG et al., 2004; VERBURG, 2014).

Assim, a identificação dos vetores de mudança e compreensão de sua dinâmica, sejam políticas de incentivos ou restrições a determinadas atividades que afetam toda a região ou pontos específicos da área de estudo, são determinantes para o cálculo da demanda. Já a localização da mudança dependerá da estrutura espacial dos vetores identificados.

O litoral foi a primeira porção do Brasil ocupada pelos colonizadores, no entanto a intensidade, modelo e dinâmica espacial de ocupação dos diferentes trechos do litoral brasileiro dependeram de conjunturas naturais, geográficas, econômicas e de políticas públicas, que variaram muito no espaço e ao longo do tempo (MORAES, 2007).

Na atualidade o litoral brasileiro segue em um processo de acelerada ocupação com rápido adensamento populacional em localidades até então isoladas e ambientalmente preservadas. Como conseqüência, tem-se um quadro de degradação ambiental, com vários ambientes litorâneos

comprometidos pela poluição e exploração desordenada de seus recursos naturais (DIEGUES, 1999). Os principais desafios para minimização dessa tendência estão relacionados ao planejamento do uso do espaço costeiro e marinho, especialmente regulando e monitorando as atividades econômicas industriais, portuárias, de veraneio e turismo, de exploração de recursos naturais e de desenvolvimento urbano (ASMUS; KITZMANN; LAYDNER, 2004; MMA, 2002; MORAES, 2007).

No caso de Santa Catarina, originalmente, os municípios do litoral sul eram recobertos por restingas formadas sobre campos eólicos de dunas móveis e fixas, banhados e lagoas costeiras (CORDAZZO; SEELIGER, 1995). Ao longo das últimas décadas, embora sejam em grande parte Áreas de Preservação Permanente<sup>2</sup>, essas restingas estão ameaçadas pelo avanço da ocupação humana que as tem convertido, de maneira cada vez mais acelerada, em outros tipos de cobertura.

Diversos fatores econômicos e sociais, resultantes tanto de ações governamentais quanto da iniciativa privada incluindo expansão do mercado imobiliário, industrialização, ampliação da infraestrutura, plantio de espécies madeireiras exóticas (*Pinus spp.* e *Eucalyptus spp.*) e incentivos agrícolas direcionados entre outros, vêm, historicamente, influenciando taxas de ocupação (BASTOS, 2007; NUNES, 2008; PEREIRA, 2003). Neste contexto, a qualificação e quantificação adequadas dos vetores de mudança são os primeiros desafios para uma busca de alternativas que modifiquem a tendência das históricas trajetórias das mudanças.

Desta forma, os objetivos deste estudo foram identificar quais os principais vetores que influenciaram as mudanças de uso e cobertura da terra na zona costeira do sul de Santa Catarina, com ênfase nas últimas quatro décadas e mapear as porções dos territórios municipais com diferentes padrões de ocupação os quais influenciarão na velocidade e tendência de alteração desta paisagem no futuro.

## 1.2 MÉTODOS

### 1.2.1 Caracterização da área de estudo

Para fins de gerenciamento costeiro, os artigos 3º e 4º do decreto federal 5.300/04 definem como zona costeira marinha a faixa marítima de doze milhas náuticas e, como faixa terrestre, a totalidade territorial dos municípios defrontantes com o mar e dos municípios que "sofrem

---

<sup>2</sup> Segundo a legislação florestal que protege as restingas fixadoras de dunas e vegetação às margens dos cursos d'água (BRASIL, 2012)

influência direta dos fenômenos ocorrentes na zona costeira" (BRASIL, 2004).

Seguindo esta norma, no caso sul catarinense, para fins de zoneamento e gerenciamento, os municípios adjacentes àqueles defrontantes com o mar foram inseridos na zona costeira. Devido a homogeneidade na conformação espacial, o Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro de Santa Catarina (GI - GERCO / SC) definiu o Setor 5, Litoral Sul, como aquele que engloba os municípios: a) Defrontantes com o mar: Balneário Rincão<sup>3</sup>, Araranguá<sup>4</sup>, Balneário Arroio do Silva, Balneário Gaivota e Passo de Torres, e b) Não defrontantes com o mar: Içara, Sombrio, Santa Rosa do Sul e São João do Sul. (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2010) (Figura 1.1).

Embora os municípios não defrontantes com o mar, localizados às margens da BR-101 exerçam certa influência sobre os processos costeiros existem diferenças profundas na organização espacial entre estes e os municípios efetivamente defrontantes com o mar. Primeiramente, em função da presença da rodovia BR-101, principal eixo viário da região sul do Brasil. Segundo por sua economia voltada ao comércio, serviços e atividades agrícolas.

Os quatro municípios defrontantes com o mar (exceto Araranguá) possuem diversas características físicas e socioeconômicas comuns. A iniciar pela faixa praial contígua, que, com exceção da barra do rio Araranguá, não possui ruptura ou outro acidente geográfico mais vultoso que pudesse determinar um padrão de ocupação específico. Foram emancipados e desmembrados dos municípios interiorizados nas últimas três décadas e continuamente ampliam sua economia voltada essencialmente ao turismo, às transações imobiliárias e, em menor grau, à pesca.

Em termos geomorfológicos, a faixa litorânea do setor sul é toda composta por terrenos formados por sedimentos eólicos do período Quaternário, com campos de dunas fixas e móveis, terrenos alagados, lagoas costeiras, praias, terraços marinhos e planícies fluvio-marinhas (CPRM, 2010). A vegetação nativa de todos os municípios é também homogênea, composta por um gradiente de vegetação de restingas litorâneas herbáceas, arbustivas e com algumas manchas de florestas de restinga

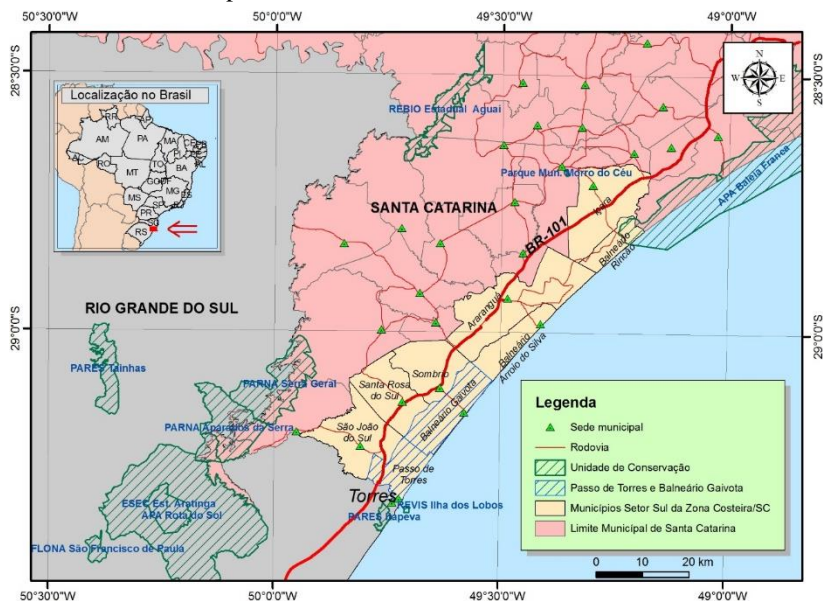
---

<sup>3</sup> O município de Balneário Rincão foi criado em 2013 a partir da subdivisão do município de Içara.

<sup>4</sup> O município de Araranguá é o único do setor 5 que, mesmo sendo defrontante com o mar, não possui a sede na porção da orla. Sua porção de orla compreende o distrito do "Morro dos Conventos". Assim também os municípios adjacentes a Araranguá a oeste não foram inseridos na zona costeira.

arbórea, típicas de sistemas palustres, fluviais, lacustres e de dunas costeiras (CORDAZZO; SEELIGER, 1995; FALKENBERG, 1999).

Figura 1.1 - Setor 5 (Litoral Sul) da Zona Costeira do estado de Santa Catarina destacando os municípios de Passo de Torres e Balneário Gaivota.



Fonte: Unidade de Conservação: MMA, 2014; Limites Municipais: IBGE, 2014a. Elaboração: Daniel Cohenca, 2015.

Dentro do litoral sul os municípios de Passo de Torres e Balneário Gaivota foram destacados para um aprofundamento na análise dos vetores de mudança de uso e cobertura da terra. Esta escolha se baseia em duas características: pelo avanço das atividades rurais agropecuárias, urbanização litorânea, reflexo do aumento no fluxo turístico e ampliação da infraestrutura de acesso e serviços, podem ser considerados bons exemplos de ocupação das restingas. Por outro lado, são os municípios que ainda concentram expressivos espaços naturais remanescentes, propiciando iniciativas de influência na dinâmica de ocupação com viés de conservação ambiental, entre elas a de criação de áreas protegidas.

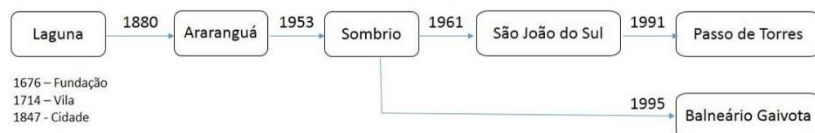
Os limites geográficos dos municípios de Passo de Torres e Balneário Gaivota tem origem nos desmembramentos do município de La-



guna, terceiro município mais antigo do estado de Santa Catarina (fundado em 1676, elevado à condição de vila em 1714 e de cidade em 1847), cujo território era tão extenso que até 1726 compreendia inclusive a atual cidade de Florianópolis e parte do litoral do Rio Grande do Sul. Em 1880 o município de Araranguá foi desmembrado do território de Laguna. Em 1953 o município de Sombrio obteve emancipação administrativa, desmembrando-se de Araranguá. Em 1961, São João do Sul foi elevado à categoria de município por desmembramento do município de Sombrio. Em 26 de setembro de 1991, através da Lei Estadual 8.350/91, Passo de Torres foi desmembrado do município de São João do Sul, elevado à categoria de município (Figura 1.2).

Em 29 de dezembro de 1995, Balneário Gaivota foi desmembrado do município de Sombrio, emancipado através da Lei Estadual 10.054/95 (Figura 1.2).

Figura 1.2 - Linha do tempo dos desmembramentos que originaram os municípios de Passo de Torres e Balneário Gaivota.



Fonte: Site das prefeituras municipais de Passo de Torres e Balneário Gaivota. Elaboração: Daniel Cohenca, 2015.

Dados demográficos censitários mostram similaridades na dinâmica populacional dos municípios. Entre 2000 e 2010, o aumento populacional em ambos foi de 51%. Quanto ao número de domicílios, o aumento foi de 68% e 77% em Passo de Torres e Balneário Gaivota, respectivamente. Em comparação, neste período o crescimento da população no Brasil foi de 12,5% e o de domicílios particulares foi de 28,0%.

A média de habitantes por domicílio diminuiu nos dois municípios. Em Passo de Torres, entre 2000 e 2010, reduziu de 3,44 para 3,08 habitantes por domicílio e em Balneário Gaivota de 3,34 para 2,84 habitantes por domicílio (IBGE, 2014c; IBGE, 2014d) (Tabela 1.1).

Esses dados, mostram que embora o crescimento demográfico tenha sido acelerado, o crescimento no número de domicílios foi, proporcionalmente, ainda mais acelerado. Podendo-se atribuir essa diferença as construções de casas de veraneio. Com efeito, no município de Balneá-

rio Gaivota, estima-se que na temporada de veraneio a população chegue a 35.000 pessoas (BALNEÁRIO GAIVOTA, 2014) e em Passo de Torres a população atingiria aproximadamente 22.000 pessoas (dado de entrevista na prefeitura).

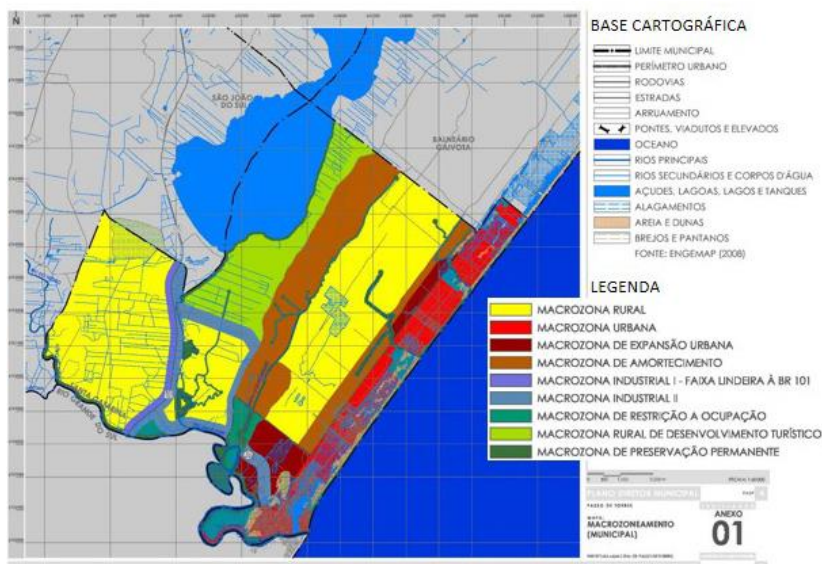
Tabela 1.1 - Dados históricos e censitários dos municípios estudados.

	<b>Passo de Torres</b>	<b>Balneário Gaivota</b>	<b>TOTAL</b>
Área do município <sup>2</sup>	95,114km <sup>2</sup>	145,762km <sup>2</sup>	240,876km <sup>2</sup>
Ano da lei de emancipação administrativa <sup>1</sup>	1991	1995	
Ano da primeira gestão da prefeitura <sup>1</sup>	1993	1997	
População em 1996 <sup>2</sup>	3.667 hab.	4.344 hab.	8.011 hab.
População em 2000 <sup>3</sup>	4.400 hab.	5.450 hab.	9.850 hab.
População em 2010 <sup>3</sup>	6.627 hab.	8.234 hab.	14.861 hab.
Domicílios particulares em 2000 <sup>3</sup>	1.278 dom.	1.634 dom.	2.912 dom.
Domicílios particulares em 2010 <sup>3</sup>	2.145 dom.	2.893 dom.	5.038 dom.
Habitantes por domicílio em 2000	3,44	3,34	3,38
Habitantes por domicílio em 2010	3,09	2,85	2,95

Fontes: <sup>1</sup>Site das prefeituras municipais (BALNEÁRIO GAIVOTA, 2014; PASSO DE TORRES, 2014); <sup>2</sup>Contagem populacional (IBGE, 2014b); <sup>3</sup>Censo (IBGE, 2014c; IBGE, 2014d).

Com respeito ao atual regramento legislativo da ocupação do solo urbano, existe uma diferença entre os dois municípios. Em 2011, Passo de Torres elaborou seu Plano Diretor Municipal (PASSO DE TORRES, 2011a) contendo Zoneamento Municipal (Figura 1.3), Código de Postura do Município (PASSO DE TORRES, 2011b), Código de Obras (PASSO DE TORRES, 2011c), Lei Municipal de Zoneamento (PASSO DE TORRES, 2011d) e Lei Municipal de Parcelamento do Solo (PASSO DE TORRES, 2011e).

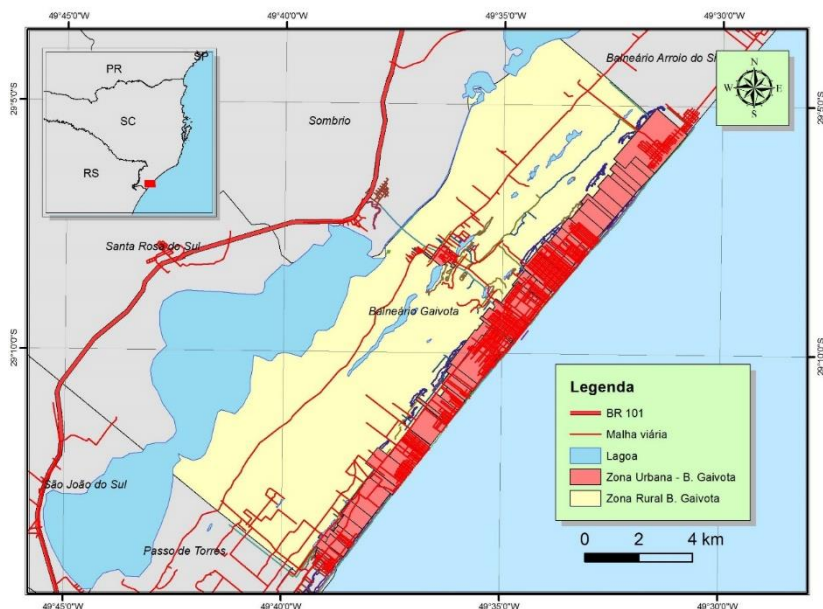
Figura 1.3 - Macrozoneamento Municipal de Passo de Torres, Anexo a Lei Complementar 008/2011 (Passo de Torres, 2011d).



Fonte: Passo de Torres, 2011d.

Contrariamente, Balneário Gaivota possui legislação delimitando as zonas urbanas, mas ainda não possui plano diretor, código de postura ou qualquer legislação que discipline a ocupação do seu território (SILVA, 2013). O Setor de Projetos da Prefeitura Municipal de Balneário Gaivota utiliza um mapa de loteamentos como delimitador da zona urbana municipal (Figura 1.4).

Figura 1.4 - Delimitação de Zona Urbana e Zona Rural segundo Prefeitura Municipal de Balneário Gaivota.



Fonte: Pref. Mun. B. Gaivota/SC. Elaboração: Daniel Cohenca, 2015.

O conceito de área urbana consolidada instituído pela Lei Federal nº 11.977/2009 (abarcado pelo Código Florestal pela Lei Federal nº 12.727/2012) define área urbana consolidada como a parcela da área urbana (esta, definida por lei de zoneamento ou plano diretor municipal) com densidade demográfica superior a cinquenta habitantes por hectare e malha viária implantada e que tenha, no mínimo, dois dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana implantados: a) drenagem de águas pluviais urbanas; b) esgotamento sanitário; c) abastecimento de água potável; d) distribuição de energia elétrica; ou e) limpeza urbana, coleta e manejo de resíduos sólidos.

Em função desse conceito, em algumas análises classificou-se a área urbana litorânea em 1) Terrenos não loteados (áreas de pouca ou nenhuma ocupação que não foi registrado loteamento em cartório); 2) Loteamentos registrados em cartório porém sem implantação alguma de arruamento ou equipamentos urbanos, presença de raros domicílios; 3) Loteamentos registrados em cartório com implantação de arruamento, rede de energia elétrica e limpeza urbana, porém com densidade de do-

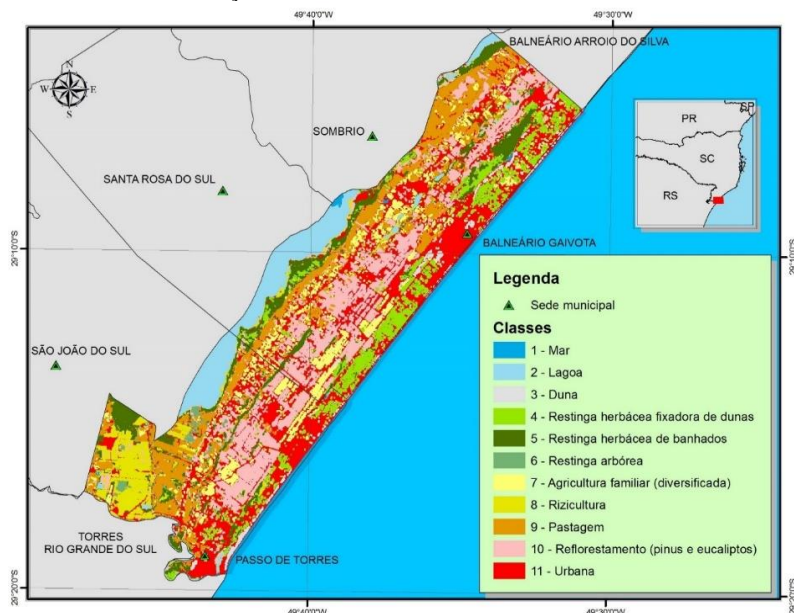
micfílios muito inferior ao descrito na legislação e urbanização concentrada em partes dos loteamentos; e 4) Loteamentos registrados em cartório, caracterizados por área urbana consolidada, conforme preconiza a legislação de referência.

Na análise dos dados, os dois municípios da área de estudo, por apresentarem características ambientais e de ocupação semelhantes, foram tratados conjuntamente. Exceção feita em alguns pontos específicos da narração onde a necessidade de distinção em sua descrição foi devidamente indicada no texto.

### 1.2.2 Sistema de Informação Geográfica

Para realização das entrevistas com informantes-chave, primeiramente foram analisadas as imagens orbitais classificadas pelo método de classificação supervisionada no método Máxima Verossimilhança do recorte da imagem do satélite LandSat 8 de 30/01/2014 (sensor OLI, órbita 220, ponto 080) (Figura 1.5). (COHENCA; CARVALHO, 2015).

Figura 1.5 - Mapa de cobertura da terra de 30/01/2014 obtida por classificação supervisionada da imagem LandSat 8/OLI, órbita 220, ponto 080 pelo método Máxima verossimilhança.



Fonte: COHENCA; CARVALHO, 2014

Subsidiariamente foram utilizadas imagens do satélite RapidEye (resolução espacial de cinco metros), nas cenas 2225519, 2225520, 2225619 e 2225620 datadas de 10/12/2012, adquiridas georreferenciadas em datum WGS84 do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014); aerofotografias de 1938 cedidas pela Secretaria de Estado de Planejamento; aerofotografias de 1978 cedidas pelo Departamento Nacional de Pesquisas Minerais - DNPM; aerofotografias de 1996 cedidas pela Secretaria de Patrimônio da União - SPU (as aerofotografias foram georreferenciadas em datum WGS84 utilizando-se das imagens do satélite RapidEye como referência); imagens de alta resolução históricas disponíveis no software GoogleEarth; dados cartográficos em formato digital de zoneamento, estradas e loteamentos urbanos cedidos pelas prefeituras municipais.

Os dados vetoriais das diversas fontes e dados matriciais de sensores remotos foram integrados em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), independentemente de suas distintas resoluções espaciais. O SIG permitiu a localização das concentrações urbanas, das sedes das comunidades rurais, das áreas de predomínio das lavouras de arroz, lavouras diversificadas, reflorestamentos e grandes pastagens. Identificou-se as áreas de incipiente urbanização e as áreas de urbanização adensadas. Através deste panorama e pressupondo a necessidade de abranger a diversidade em termos de padrões de uso no estudo, foi elaborada a prévia espacialização das entrevistas que seriam conduzidas em campo e também a escolha prévia de áreas a serem observadas. O auxílio de entrevistados e o SIG embasaram a construção do mapa com a regionalização dos padrões de ocupação.

### **1.2.3 Extensão Temporal**

Para captar os processos motivadores de mudanças de uso da terra, a extensão temporal do estudo foi definida segundo uma perspectiva que considere o acúmulo destes fatores no conjunto dos processos de ocupação. Idealmente, a ênfase na construção de cenários demanda que o intervalo da análise seja proporcional ao intervalo da projeção, embora a obtenção de alguns dados orbitais com a antiguidade compatível nem sempre seja possível (VERBURG et al., 2004).

Nas entrevistas realizadas para identificação dos vetores e regionalização dos padrões de ocupação foi definida uma extensão temporal de 40 anos, muito embora, em se tratando de um estudo que engloba as origens da ocupação, não tenha havido restrição histórica seja ao longo das entrevistas ou na pesquisa bibliográfica.

### 1.2.4 Entrevistas e observações de campo

As entrevistas<sup>5</sup> foram realizadas com informantes-chave das áreas rurais e urbanas, na faixa litorânea e interior, buscando abranger a heterogeneidade da cobertura da terra observada na classificação da imagem LandSat 8. As entrevistas aconteceram entre 16 e 19/06/2014 e entre 01 e 05/09/2014.

O método de escolha dos entrevistados selecionou: a) representantes do poder público municipal que trabalham com ordenamento urbano e rural, objetivando a compreensão dos rumos da política atual que influenciam o uso e ocupação do solo; b) funcionários dos cartórios locais, objetivando a compreensão do histórico da dinâmica fundiária (transações, desmembramentos e loteamentos); c) particulares detentores de conhecimento histórico das transformações da ocupação no seu ambiente microrregional rural; d) representantes de proprietários das grandes fazendas da região para compreensão da história fundiária e de uso econômico destas grandes áreas; e) loteadores e agrimensores conhecedores da história dos loteamentos litorâneos (Tabela 1.2).

O método de seleção de informantes-chave escolhido foi a amostragem bola de neve, ideal para comunidades não muito grandes onde se localiza um ou mais informantes chave e lhes solicita que nomeiem outros candidatos possíveis para as entrevistas (BERNARD, 2006; BISOL, 2012). Como existiam diversos grupos de interesse houve adequação específica do método para identificação dos entrevistados: Para os representantes do poder público municipal foi solicitado às prefeituras que indicassem secretários, os quais foram entrevistados e por sua vez indicaram servidores diretamente envolvidos com a questão de ordenamento fundiário, licenciamento e alvarás. Nos cartórios, foram contatados os titulares que indicaram um funcionário com conhecimento da história, apto a entrevista.

Nas comunidades rurais, em residências escolhidas aleatoriamente era solicitada a indicação de informante conhecedor da história da comunidade, preferencialmente com tempo de residência superior a quarenta anos. A este, por sua vez, era solicitada indicação de novo informante, com possibilidade de se auto-indicar, este 3º indivíduo era considerado informante e entrevistado. Na identificação desses informantes e realização das entrevistas, foi adotada uma distância mínima

---

<sup>5</sup> Pesquisa aprovada no Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina - CEPESH-UFSC  
CAAE: 44295515.1.0000.0121

de dois quilômetros entre suas residências, sendo o número mínimo de dois informantes por microrregião.

Para as áreas urbanas o procedimento foi semelhante, porém o critério adotado foi selecionar profissionais que trabalhassem há mais de 15 anos no mercado imobiliário local ou indivíduos responsáveis por terem realizado um loteamento litorâneo. Nas grandes propriedades, o critério adotado foi de indivíduos responsáveis pelo seu gerenciamento ou de funcionários mais antigos com conhecimento da produção e história da propriedade (Tabela 1.2).

As entrevistas foram qualitativas, semiestruturadas, orientadas para a compreensão dos fluxos de ocupação rurais e urbanos e seus aspectos socioeconômicos e ambientais, objetivando o mapeamento dos principais padrões de ocupação e identificação dos seus elementos motivadores. Os questionários aplicados possuíam algumas perguntas fechadas para qualificar o informante e perguntas semiabertas seguindo um roteiro pré-estabelecido, específico para cada subgrupo entrevistado (Apêndice 1). Tal técnica busca estimular o entrevistado a desenvolver e aprofundar sua narrativa, porém reconduzindo a entrevista quando eventualmente desviada (RICHARDSON; PERES, 1985). Todas as entrevistas foram realizadas por um único entrevistador, anotadas e posteriormente transcritas pelo próprio entrevistador.

Tabela 1.2 - Resumo da qualificação dos informantes-chave.

<b>Grupo entrevistado</b>	<b>Nº de entrevistas</b>	<b>Qualificação dos entrevistados</b>
Setor Público	5	Três secretários municipais e dois servidores do setor de ordenamento urbano.
Cartório de Registro de Imóvel	2	Funcionários indicados nos cartórios de registros de imóveis de Sombrio e São João do Sul (responsável por registros em Balneário Gaivota e Passo de Torres, respectivamente).
Comunidades Rurais	10	Moradores distribuídos nas comunidades da zona rural com mais de 40 anos no local.
Fazendas Rurais	3	Funcionários representantes da fazenda com mais de 10 anos no local.
Loteamentos	5	Três loteadores e dois agrimensores antigos que participaram ativamente da construção de bairros.
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	



Além das entrevistas foram realizadas observações de campo em 42 sítios. Alguns destes foram previamente definidos embasado no SIG, de maneira a incluir ambientes rurais, urbanos e dos loteamentos litorâneos, registrando diversos padrões de uso da terra e solvendo dúvidas sobre a caracterização dos padrões nas imagens de sensores remotos. Outros pontos foram eleitos após as entrevistas com objetivo de compreender e qualificar as informações adquiridas.

### 1.3 RESULTADOS

Através das entrevistas, observações de campo e uso do SIG (análise de imagens aerofotografias e dados geográficos colhidos de diferentes fontes) foi possível separar a área de estudo em cinco regiões em função de seu padrão histórico de ocupação. A seguir, cada uma das regiões é caracterizada em termos de cobertura vegetal nativa, história de ocupação e uso do solo atual. As afirmações provêm dos depoimentos recebidos nas entrevistas e de fontes bibliográficas, neste caso expressamente citadas.

#### 1.3.1 Pequenas propriedades situadas na zona rural

Até a primeira metade do século XX, as pequenas propriedades rurais abrangiam a faixa que vai da Lagoa do Sombrio ao mar. Só havia acesso por estradas de carro de boi. Os terrenos litorâneos, encharcados ou cobertos de dunas, tinham pouca serventia, eram de difícil acesso e, na percepção da época, muito distantes. Os campos de dunas somente serviam para a pastagem do gado que ficava solto por lá em época de muito alagamento, mas muito gado atolava nos banhados e acabava por falecer.

O baixo valor das terras, seu difícil acesso e a restrita utilidade, dadas as características naturais dos terrenos alagadiços ou arenosos, aliados às necessidades financeiras dos proprietários, na maioria agricultores familiares que viviam nos próprios lotes, ocasionaram a venda de parte das terras pelos proprietários ou posseiros.

Alguns venderam a porção litorânea de seus lotes, formada apenas por dunas, "*onde nem pastagem vingava*" a compradores do Rio Grande do Sul. Enquanto outros simplesmente não registraram em cartório essa porção para se livrarem de impostos sobre terras tão improdutivas.

Na década de 1970, mais ao interior, a grande empresa de produção de madeira de reflorestamento, FlorSul, oriunda do Rio Grande do Sul, passou a adquirir os terrenos que além de distantes das casas eram

também de muito charco, muita duna e pouco uso. A empresa pagava um valor atrativo aos proprietários dos terrenos que possuísem escritura, o que resultou na venda de quase todas as propriedades a margem da estrada com dimensões entre 20 e 80 ha em média, algumas com pouco mais de 100 ha.

Já a partir da segunda metade do século 20, a maioria das propriedades iniciaram as divisões por herança ou por venda de partes a vizinhos ou terceiros. "*A vida era mais difícil*" e necessitavam dinheiro. Enquanto a terra ainda tinha pouco valor, vendiam parcelas mantendo apenas as terras agricultáveis em tamanho compatível a sua força de trabalho familiar. Após tantas divisões, o quadro atual é que, nesta faixa da zona rural, possuir 10 ha já é considerado um bom terreno, pois a maioria das famílias possui áreas menores e o movimento de venda e subdivisão continua ocorrendo. Existem exceções, alguns proprietários que ampliaram um pouco a propriedade, comprando a área de parentes que saíram para fixar moradia em outro lugar, ou de vizinhos que queriam vender parte ou todo seu lote.

Na área às margens das lagoas e do rio havia muita plantação, porém há alguns anos as sucessivas enchentes inviabilizaram a agricultura, em particular a enchente de 2008. Antigamente, enchentes naturais do Rio Caverá eram frequentes, mas a abertura de canais de drenagem, há aproximadamente 50 anos atrás, tornou essas terras férteis ocasionando grande aproveitamento agrícola. Há aproximadamente dez anos, no entanto, a limpeza e desassoreamento do canal foi proibida pelos órgãos ambientais ocasionando, mais recentemente, enchentes de grandes proporções, tornando essas terras novamente não agricultáveis. Atualmente essas áreas são utilizadas quase exclusivamente como pastagens extensivas durante épocas de seca.

Uma característica marcante desta área da zona rural é que os terrenos possuem moradores fixos, agricultores e pescadores que exercem a atividade nas lagoas do Sombrio e Caverá, havendo, nas entrevistas, registro de poucos sítios de veraneio nestas comunidades. Existe uma vida comunitária relativamente intensa nas comunidades de Curralinhos e São Francisco (em Passo de Torres) e Rio Novo, Figueirinha e Palmeira (em Balneário Gaivota), cada uma possuindo um núcleo central com diversos espaços comunitários como escola, igreja, posto de saúde, centro comunitário e campo de futebol. Suas relações com as grandes fazendas de gado e de reflorestamento são quase nulas.

Hoje os terrenos são devidamente registrados em cartório, as transferências imobiliárias ocorrem, em regra, com a devida transmissão no registro do imóvel.

Em termos de produção agrícola, a região é bem diversificada incluindo a produção de hortaliças, *Eucalyptus*, frutas com recente destaque para a produção de maracujá. Até pouco tempo, o tabaco era a cultura mais importante da região, mas a queda nos preços e crescente preocupação dos agricultores com a saúde (o tabaco é uma cultura que exige aplicação de grande quantidade de agrotóxico) acarretou na redução drástica desta atividade.

A pecuária é uma atividade importante e quase todas as famílias possuem rebanhos, ainda que pequenos. O manejo dos rebanhos é feito em pequenos pastos cultivados ou em pastagens às margens da lagoa, uma vegetação que mescla pasto sujo com vegetação nativa de banhados alagados.

A produção de arroz às margens da Lagoa do Sombrio foi extinta há alguns anos, principalmente em função do impacto do uso de agrotóxicos sobre a pesca, atividade importante tanto para consumo quanto para venda. Um movimento dos pescadores culminou na proposição de ação judicial pelo Ministério Público Estadual pela proibição da atividade e que, mesmo não estando transitado em julgado, inibiu completamente a atividade (MPSC, 2011). Atualmente, há ainda uma proposta, originalmente oriunda da Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense – AMESC, sob discussão na Assembleia Legislativa do Estado de Santa Catarina para tornar a Lagoa do Sombrio e parte de suas áreas marginais em uma unidade de conservação de uso sustentável (SOCIOAMBIENTAL, 2006).

### **1.3.2 Grandes propriedades situadas na zona rural**

Este espaço abrange aproximadamente a metade da zona rural dos municípios estudados, sendo composta de três fazendas de gado e de uma fazenda de reflorestamento. Essas propriedades possuem como características comuns áreas com 500 a 4.000 ha, produção em escala industrial (gado ou madeira de *Pinus* e *Eucalyptus*) e proprietários não residentes.

A maior propriedade da área estudada é a fazenda Rio Novo Florestal que possui em torno de 3.800ha, ocupando uma faixa de aproximadamente 2 km de largura entre a área dos loteamentos litorâneos e a faixa ocupada pelas pequenas propriedades, e tem como atividade a produção de madeira de *Pinus* e *Eucalyptus*. Com aproximadamente 20 km de extensão longitudinal, desde a área urbana de Passo de Torres até a área urbana de Balneário Gaivota, esta propriedade possui ainda uma pequena porção de área litorânea, não loteada.

A área foi constituída pela empresa FlorSul na década de 70 através de compras de terrenos dos proprietários que possuíam faixas de terras que, em sua maior parte, se estendiam desde a Lagoa do Sombrio até a beira mar. Os valores eram bem pagos, mas somente para quem possuía escritura. Os agricultores não exerciam atividades agrícolas nestas terras e suas casas, estruturas de produção e acesso ficavam próximos à Lagoa do Sombrio. Atualmente existem alguns sítios isolados em meio ao contínuo plantio de *Pinus* e *Eucalyptus*, pertencentes a alguns proprietários que na época não venderam suas áreas à empresa.

As terras que a empresa tinha interesse eram em sua maioria dunas e banhados nativos. Logo após a aquisição a empresa abriu canais artificiais para drenar os banhados, o que pode ser observado pelas aerofotografias de 1978 (Figura 1.6). Há 35 anos a empresa FlorSul, que já plantava *Pinus* na área, vendeu a propriedade à empresa Olvebra, a qual, em 1988, mudou a razão social para Petropar Agroflorestal Ltda e posteriormente para a atual Rio Novo Florestal Ltda<sup>6</sup>. Nos últimos 10 anos apenas 10 hectares foram vendidos, próximos à comunidade de Rio Novo, e não houve aquisição de terras.

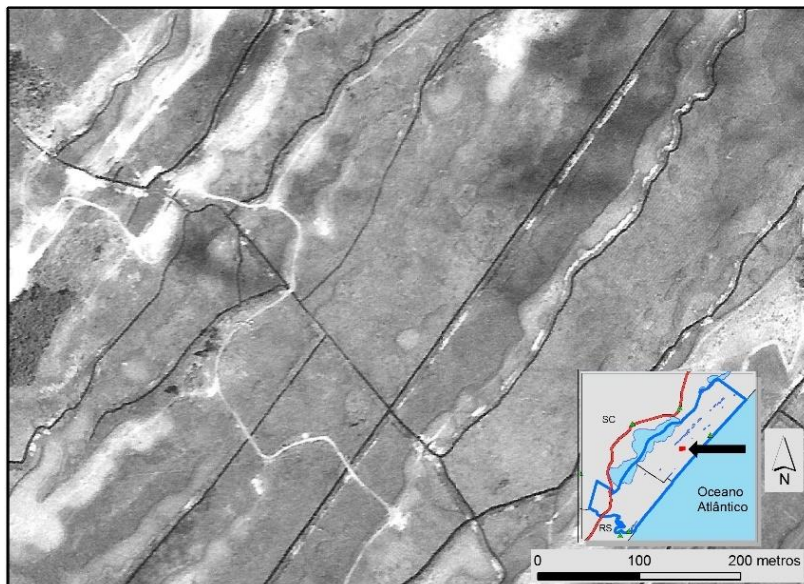
Na prefeitura de Passo de Torres existe a opinião de que a empresa não tem trazido benefícios ao município, pois não se envolve com as questões locais e que, a maior parte dos impostos, fica em Porto Alegre onde situa-se a sede da empresa.

Além da propriedade da empresa Rio Novo Florestal Ltda, algumas poucas grandes fazendas de gado, no norte do município de Balneário Gaivota, entre o Rio Caverá, Lagoa Caverá e a faixa litorânea, são também grandes propriedades, uma delas, a Fazenda Caverá exemplifica o padrão de uso. A propriedade está há 40 anos com o atual proprietário, mas a fazenda possui mais de 80 anos e a aquisição de terras na redondeza permitiu a ampliação da propriedade, atualmente com cerca de 1.800 ha, sendo 300 ha de reserva legal, diversas áreas de preservação permanente e 1.000 ha de pastagens com um rebanho de aproximadamente 1.500 cabeças de gado. Possui uma porção que se estende até a faixa de orla, com 250 metros de frente ao mar que não foram loteados. Nos últimos 10 anos não houve aquisição ou venda de terras e também não houve ampliação da área de pastagem.

---

<sup>6</sup> Empresa pertencente ao grupo Évora S.A. com sede em Porto Alegre/RS, holding de grandes indústrias de embalagens de plástico, latas de alumínio, insumos industriais, além de madeira e celulose (ÉVORA, 2014).

Figura 1.6 - Canais de drenagem artificiais sobre áreas alagadiças de restinga em Aerofotografia de 1978 Cena 04217.



Fonte: Aerofotografia cedida pelo Departamento Nacional de Pesquisa Mineral. Elaboração: Daniel Cohenca, 2015.

Há mais duas fazendas grandes de gado na região extremantes com a fazenda Caverá, as quais constituem uma região contínua de grandes pastagens. Entre as pastagens e a faixa litorânea há terrenos em área mais alagadiça, com uma faixa de restingas nativas e lagoas pouco alteradas.

Na área de grandes propriedades da zona rural enquanto a ocupação ocorrida em Passo de Torres e no sul de Balneário Gaivota, toda ocupada pela empresa de reflorestamento deixou poucos remanescentes expressivos de vegetação nativa, a área norte de Balneário Gaivota, onde predominam as fazendas de gado, houve a manutenção de expressiva faixa de restingas nativas e lagoas pouco alteradas.

### 1.3.3 Rizicultura

A área identificada como de predomínio da rizicultura corresponde a aproximadamente 19% do município de Passo de Torres, ao noroeste da rodovia BR101. Há 35 anos as lavouras de arroz já existiam, mas em torno de 70% da área possuía cobertura florestal de mata paludosa

alagável. Em função de ações de fiscalização, há aproximadamente 20 anos o desmatamento parou e as áreas de plantio não foram ampliadas, mantendo-se estáveis também os limites fundiários, sem registros de novas transações fundiárias.

No início, o cultivo do arroz era realizado com enxada, hoje a produção é mecanizada. Nesta área estima-se que existam apenas oito propriedades (quatro moradores locais e quatro que vivem fora da propriedade em cidades próximas). Além do plantio de arroz, há algumas pequenas chácaras, criação de gado e produção de culturas agrícolas variadas.

### **1.3.4 Loteamentos litorâneos**

Esta área compreende os terrenos costeiros situados fora da sede dos municípios, mas definidos como Zona Urbana pelos zoneamentos municipais, em sua maioria loteados nas décadas de 1970 e 1980. Há ainda alguns loteados na década de 1950, de 1960 e de 1990. Originalmente composta por praias, campos de dunas, banhados e lagoas costeiras, em quase toda esta faixa a cobertura vegetal nativa de restinga herbácea e vegetação típica de banhado ainda se encontra preservada. Mais recentemente, a área vem recebendo muitos investimentos em construção de residências e obras de urbanização com arruamentos e rede elétrica.

Até meados do século 20, os proprietários rurais não tinham interesse pelas áreas litorâneas constituídas de dunas, banhados e praias de mar aberto, as quais eram consideradas terras impróprias para agricultura, sem acesso e valor de uso limitado, porém onde incidiam impostos<sup>7</sup>.

Investidores provenientes em sua maioria da Serra Gaúcha (Caxias/RS, Bento Gonçalves/RS), e de Porto Alegre/RS e Criciúma/SC compraram parcelas dos terrenos rurais situadas próximo ao mar, e depois as dividiram em lotes urbanos pequenos (entre 280 a 360 m<sup>2</sup>) no cartório de registro de imóveis de Sombrio/SC.

Cada loteamento tem histórico ligeiramente distinto, alguns receberam infraestrutura antes da venda dos lotes e foram valorizados, tornando-se áreas urbanas consolidadas, porém na maior parte, foram vendidos “na planta”, sendo a maioria das vendas realizada no comércio das cidades gaúchas a pessoas que não sabiam sequer a localização exata

---

<sup>7</sup> Foi comum, em diversas partes do mundo ocidental, essa diferença de valores entre o atual uso recreativo, turístico e o desprezo das áreas em época histórica pouco remota (CORBIN, 1989; DIAS et al., 2013), principalmente em se tratando de áreas não portuárias.

dos lotes. Eram terrenos baratos para investimento em uma época de “milagre econômico”, onde nas cidades maiores já se vislumbrava que investimentos em propriedades litorâneas poderiam ser um bom negócio futuro.

Segundo dados das prefeituras municipais, nos dois municípios, numa extensão de 32 km de costa, foram registrados 72 terrenos litorâneos com diversas metragens de frente para o mar e com 600 a 1500 metros de largura (sentido costa-interior). Destes, 54 foram desmembrados, havendo hoje 59.529 lotes registrados e 18 terrenos não desmembrados que perfazem 774 ha ou 23% desta área (Tabela 1.3).

Na classificação dos 54 loteamentos registrados, 13 atendem ao que a Lei Federal nº 11.977/2009 define como área urbana consolidada (17% da área), 16 estariam com implantação de arruamentos, porém ainda em estágio de ocupação incipiente, não caracterizado como consolidado (29% da área), 25 deles não têm arruamento ou infraestrutura mínima para a ocupação urbana, sendo considerados não implantados, e sem condições para ocupação conforme legislação de parcelamento do solo urbano (31% da área).

Atualmente, parte dos lotes está registrada em nome de compradores particulares, havendo inclusive alguns loteamentos que não há mais lotes em propriedade dos loteadores. Em outros loteamentos, as vendas foram restritas e a maior parte dos lotes ainda está sob a propriedade dos loteadores (Figura 1.7).

Figura 1.7 - Placa de venda de lotes em loteamento registrado em 1979, mas ainda não implantado, em Balneário Gaivota.



Foto: Daniel Cohenca, 2014

Tabela 1.3 - Terrenos e loteamentos litorâneos nos municípios de Passo de Torres e Balneário Gaivota.

Município	Terreno não loteado		Loteamento sem implementação			Loteamento implantado mas ocupação não caracteriza urbanização consolidada			Loteamento implantado ocupação caracteriza urbanização consolidada			TOTAL		
	Nº	Área (ha)	Nº	Área (ha)	Lotes	Nº	Área (ha)	Lotes	Nº	Área (ha)	Lotes	Nº	Área (ha)	Lotes
Balneário Gaivota	13	609	16	685	17.508	9	743	17.056	6	387	9.220	44	2.424	43.784
Passo de Torres	5	165	9	334	7.464	7	221	4.233	7	182	4.048	28	902	15.745
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>774 (23%)</b>	<b>25</b>	<b>1.019 (31%)</b>	<b>24.972</b>	<b>16</b>	<b>964 (29%)</b>	<b>21.289</b>	<b>13</b>	<b>569 (17%)</b>	<b>13.268</b>	<b>72</b>	<b>3.326</b>	<b>59.529</b>

Fonte: Prefeituras municipais de Passo de Torres e Balneário Gaivota.



Nas entrevistas foi reportado que, na década de 1960, a ocupação litorânea era tão incipiente que na atual sede de Balneário Gaivota havia apenas quatro casas, e o acesso longitudinal era realizado apenas pelas praias, sem estradas de ligação laterais. Pela aerofotografia de 1978 foi possível contabilizar 467 edificações existentes nos loteamentos litorâneos. As primeiras casas foram construídas apenas nas regiões com acesso e rede elétrica. Em Balneário Gaivota, a área que hoje é o centro da cidade, com acesso e rede elétrica proveniente de Sombrio, concentrava a ocupação, totalizando 371 casas. Além dessas, havia mais seis casas ao norte da atual sede e 35 ao sul.

Passo de Torres já era acessível por estrada e a ocupação se concentrava no Bairro Rosa do Mar, totalizando 53 casas. No loteamento Bella Torres, um dos mais estruturados atualmente, a primeira via de acesso havia sido recém implantada juntamente com uma estrutura de vendas de quatro construções, além de mais quatro casas isoladas.

A infraestrutura de acesso e a presença de rede elétrica continuam sendo os vetores preponderantes na velocidade de ocupação dos lotes, além da proximidade a outros núcleos urbanizados, num sistema de atração pela vizinhança. Por não existir infraestrutura mínima de acesso aos lotes, as outras regiões eram totalmente desocupadas. Os loteamentos cujos lotes foram vendidos, mas sem implantação de arruamento, ainda se mantêm desocupados (Figura 1.8).

Os serviços de fornecimento de água, recolhimento de lixo doméstico e rede coletora de esgotos não foram reportados como fatores que influenciaram na ocupação dos loteamentos, provavelmente devido a disseminação de poços e fossas individuais tornando a inexistência desta infraestrutura irrelevante à construção de casas, até porque a rede de fornecimento de água ainda hoje é restrita aos locais com maior ocupação e a de esgoto ainda é inexistente nos dois municípios.

Os loteamentos litorâneos do sul de Santa Catarina já desmembrados em registro cartorial, mesmo quando não implantados, permaneceram com infraestrutura limitada ou sem nenhuma infraestrutura. A maior parte não tem arruamentos ou áreas públicas previstas e nenhum respeita a legislação ambiental em se tratando da localização dos lotes em áreas de preservação permanentes.

Figura 1.8 - Exemplo de loteamento com 2.000 lotes de 288m<sup>2</sup>, registrado em 1982, mas nunca implantado, sobreposto a uma imagem RapidEye de 2012.



Fonte: Prefeitura Municipal de Balneário Gaivota. Elaboração: Daniel Cohenca, 2015.

A situação legal é agravada quando o foco são os 24 loteamentos com alvarás emitidos após a vigência da Lei Federal 6.799/79 a qual dispõe regramentos para o parcelamento do solo urbano, os quais deveriam respeitar as normativas urbanísticas da legislação. No entanto, todos lotearam áreas de preservação permanente e banhados.

Existem 25 loteamentos sem arruamento implantado, e nenhum destinou 35% da área para usos públicos, áreas verdes e vias de acesso conforme previsto na legislação.

Nos loteamentos considerados implantados, apenas a instalação de acesso e arruamento interno foram vetores motivadores para o início e avanço da ocupação, poucos fizeram algo mais do que isso no que tange ao oferecimento de serviços públicos. Mais recentemente, por exigência da prefeitura, foi instalada também a rede elétrica, acelerando o processo de ocupação dos lotes.

Nos loteamentos não implantados, apesar da existência de lotes mapeados, registrados no Cartório Registro de Imóveis, à venda e vendidos, a falta de infraestrutura inibiu sua ocupação. Alguns possuem

poucas casas construídas na porção mais próxima à orla. Em toda a área de estudo, nota-se que os 18 terrenos não loteados e os loteamentos não implantados são as áreas onde a cobertura vegetal nativa está menos alterada.

Atualmente as prefeituras cobram IPTU de todos os lotes litorâneos. Porém, é comum proprietários de lotes vagos solicitarem a localização do lote e neste ato perceberem que seus lotes não têm condições de uso, pois estariam em terrenos de marinha<sup>8</sup>. Desde 2010, por recomendação expressa do Ministério Público Federal, as prefeituras não devem aprovar nenhum alvará de construção em terrenos de marinha, já que estes estariam em áreas de preservação permanente de dunas e vegetação de restinga, além de serem área de patrimônio da união, ou ainda, por se situarem sobre lagos e lagoas, rios, áreas de preservação permanente marginais aos cursos d'água mapeados e até sobre as atuais estradas.

Entre os dois municípios estudados, existem diferenças no tratamento das requisições de alvarás. Segundo as informações colhidas, em Passo de Torres as solicitações são analisadas individualmente pelo setor de planejamento e de meio ambiente. A aprovação está condicionada às questões técnicas do projeto arquitetônico, legislação urbanística municipal, a existência de arruamento, não incidência sobre a faixa de terrenos de marinha e as áreas de preservação permanente definidas no plano diretor<sup>9</sup>. No entanto, percebeu-se que este zoneamento desconsiderou diversos cursos d'água menores, dunas e banhados como área de preservação permanente. Para autorização do arruamento seria necessário apenas o projeto que, estando de acordo com o antigo mapa do loteamento, teria sua autorização emitida pela própria prefeitura, mesmo havendo sobreposição com dunas ou banhados.

Em Balneário Gaivota, pela ausência de legislação municipal ordenadora, a emissão de alvará de construção está condicionada à existência do lote no mapa urbano do setor de projetos e não incidência sobre terrenos de marinha (restrição também iniciada após a recomendação do MPF no ano de 2010)<sup>10</sup>.

---

<sup>8</sup> Segundo o Decreto-lei N° 9.760/1946 consistem em terrenos de marinha os terrenos situados na faixa de 33 metros contados a partir da linha do preamar médio de 1831 (BRASIL, 1946), e segundo a Constituição Federal de 1988 são bens da união os terrenos de marinha e seus acrescidos (BRASIL, 1988).

<sup>9</sup> Segundo entrevista na prefeitura de Passo de Torres.

<sup>10</sup> Segundo entrevista na prefeitura de Balneário Gaivota.

### 1.3.5 Sede urbana

A zona urbana de ambos os municípios é formada pela sede e pela faixa de até 1500 metros próximas à orla marítima. Considerou-se sede urbana municipal a porção municipal onde há a centralidade urbana, com características diferenciadas em relação aos loteamentos litorâneos. Em Passo de Torres este padrão situa-se às margens do Rio Mampituba cuja ocupação está diretamente relacionada à passagem dos viajantes que vinham do Rio Grande do Sul a Santa Catarina em direção a Laguna. Até o final do século XIX, todo o fluxo de produtos do Rio Grande do Sul, para comercialização principalmente em São Paulo, era feito por essa via e, em menor escala, por Vacaria. A passagem pelo Rio Mampituba era inicialmente feita por embarcações. A partir de 1920 uma balsa passou a ser usada na travessia e em 1964 foi construída uma ponte pênsil para pedestres (PASSO DE TORRES, 2013).

Em 1938 havia por volta de 20 casas às margens do Rio Mampituba<sup>11</sup>, mas menos de dez anos depois, em 22 de março de 1944, foi construída a capela, considerada marco inicial da cidade. Na aerofotografia de 1978 é possível visualizar pouco mais de 208 casas na atual sede urbana de Passo de Torres (Figura 1.9).

Diferentemente dos balneários litorâneos, quase a totalidade das casas na sede pertencem a moradores permanentes. Nesta área há muitas regiões invadidas que geram conflitos socioambientais, como, por exemplo, o Bairro Passárgada<sup>12</sup>, as margens do Rio Mampituba e as dunas da sede urbana (Figura 1.9).

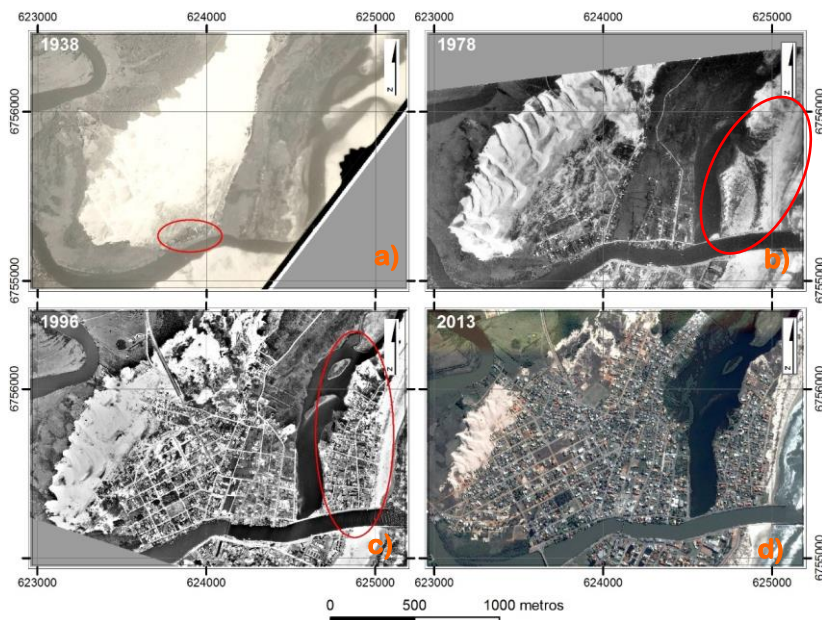
Na aerofotografia do ano de 1978 não é possível visualizar construções no atual Bairro Passárgada. A partir daí, no entanto, houve a invasão e tem início a construção irregular de casas nas áreas que secaram em consequência da construção do canal para retificação da foz do rio. Em 1995, a ocupação já era semelhante a atual (Figura 1.9). Há uma Ação Civil Pública tramitando na Justiça Federal que requer a demolição de todas as casas do bairro.

---

<sup>11</sup> Fonte: aerofotografia de 1938.

<sup>12</sup> O Bairro Passárgada, localizado na área da barra natural do Rio Mampituba pertenceu até 1970 ao estado do RS quando foi construído um molhe para fixação da barra do rio, alterando o seu curso e consequentemente a divisa estadual, favorecendo a entrada das embarcações.

Figura 1.9 - Evolução da ocupação da sede urbana de Passo de Torres. (a) Aerofotografia de 1938 cedidas pela Secretaria de Estado de Planejamento, destaque para a incipiente ocupação a margem do Rio Mampituba; (b) aerofotografias de 1978, cedidas pelo Departamento Nacional de Pesquisas Minerais - DNPM; (c) aerofotografias de 1996 cedidas pela Secretaria de Patrimônio da União - SPU, em destaque o bairro Passárgada; (d) imagem de satélite de 22/07/2013 disponível no software GoogleEarth, em destaque remanescente das dunas da sede urbana.



Elaboração: Daniel Cohenca, 2015.

As áreas de preservação permanente às margens do Rio Mampituba tem ocupação antiga mas em expansão em direção a montante. A prefeitura afirma que os alvarás solicitados em áreas de preservação permanente e em terras da união são negados, incluindo a faixa de 100 metros da margem do rio Mampituba e as dunas da sede urbana, que foram instituídas pela prefeitura como áreas de preservação ambiental. No entanto, observam-se diversas construções sobre as dunas e às margens do referido rio e através das imagens de 1938, 1978, 1996 e 2013 observa-se a continua expansão urbana (Figura 1.9). Existe apenas um fiscal ambiental no município.

Em 2008, foi construída uma ponte para veículos entre as cidades de Torres/RS e Passo de Torres/SC, a qual se tornou um dos vetores mais importantes na alteração da expansão urbana de Passo de Torres. A cidade vizinha, além de mais densamente povoada (34.646 habitantes em 2010, segundo dados do IBGE), é turisticamente muito ativa e, relativamente a Passo de Torres, pujante em comércio e serviços. Estima-se que a população flutuante chegou a 200.000 no verão de 2014. Considerando o custo de vida mais elevado em Torres, a ponte veicular trouxe a possibilidade de fixação de residência em Passo de Torres. Em 2012, o zoneamento da cidade foi alterado, sendo aprovados edifícios de 12 pavimentos e máximo de 37 metros de altura na zona de comércio e serviços de Passo de Torres. Inicia-se a construção do primeiro edifício da cidade (Figura 1.10). Paralelamente iniciam-se os dois primeiros loteamentos de alto padrão na área urbana, distantes da praia, tendo como público alvo os atuais moradores de Torres.

Figura 1.10 - Ponte veicular inaugurada em 2008 e o primeiro edifício de Passo de Torres, ainda em construção (vista a partir de Torres/RS em 17/06/2014).



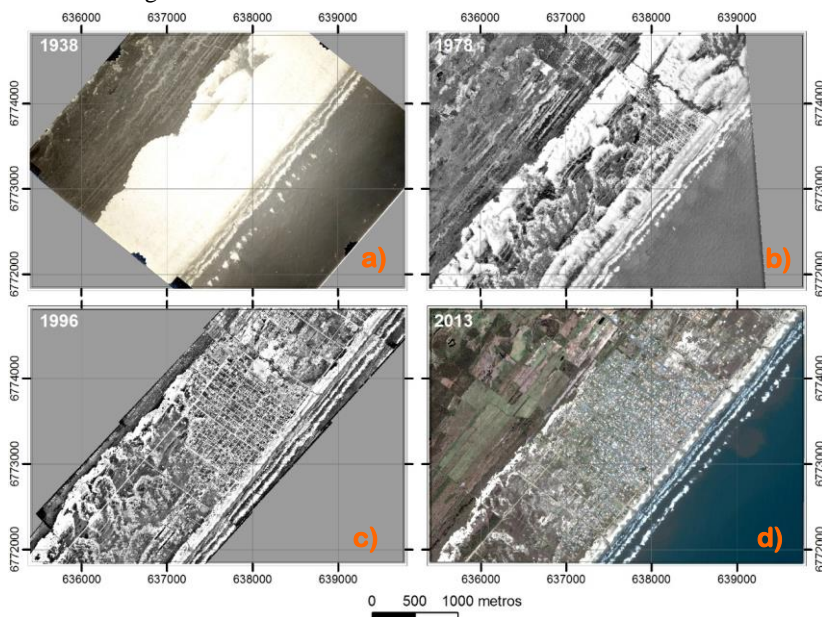
Foto: Daniel Cohenca, 2014.

Em Balneário Gaivota a sede urbana é formada pelos loteamentos contíguos Praia Gaivota, Itapuan, Santa Rita de Cássia e Jardim Ulamar, com acesso direto proveniente da cidade de Sombrio/SC. Em 1938, existia apenas uma família na beira mar, na atual sede de Balneário Gaivota<sup>13</sup>. Na aerofotografia de 1978, constata-se que naquele ano havia 371 domicílios nesta zona, sua taxa de crescimento urbano intensificou-se, resultado da emancipação do município (Figura 1.11).

---

<sup>13</sup> Fonte: aerofotografia de 1938.

Figura 1.11 - Evolução da ocupação da sede urbana de Balneário Gaivota. (a) Aerofotografia de 1938 cedidas pela Secretaria de Estado de Planejamento; (b) aerofotografias de 1978 cedidas pelo Departamento Nacional de Pesquisas Minerais - DNPM; (c) aerofotografias de 1996 cedidas pela Secretaria de Patrimônio da União - SPU; (d) imagem de satélite de 13/10/2013 disponível no software GoogleEarth.



Elaboração: Daniel Cohenca, 2015.

O outro núcleo, fora da sede, com urbanização consolidada é o Bairro da Lagoa de Fora, situado no interior, à margem da estrada que liga Balneário Gaivota ao município de Sombrio. Além da contínua construção de residências de veraneio, observou-se o desenvolvimento do comércio local e uma migração de pessoas de baixa renda, que vêm construindo casas de moradia permanente na área periférica do loteamento Jardim Ultramar (loteamento Jardim Ultramar Zona Nova), ou sobre as dunas, além da área loteada.

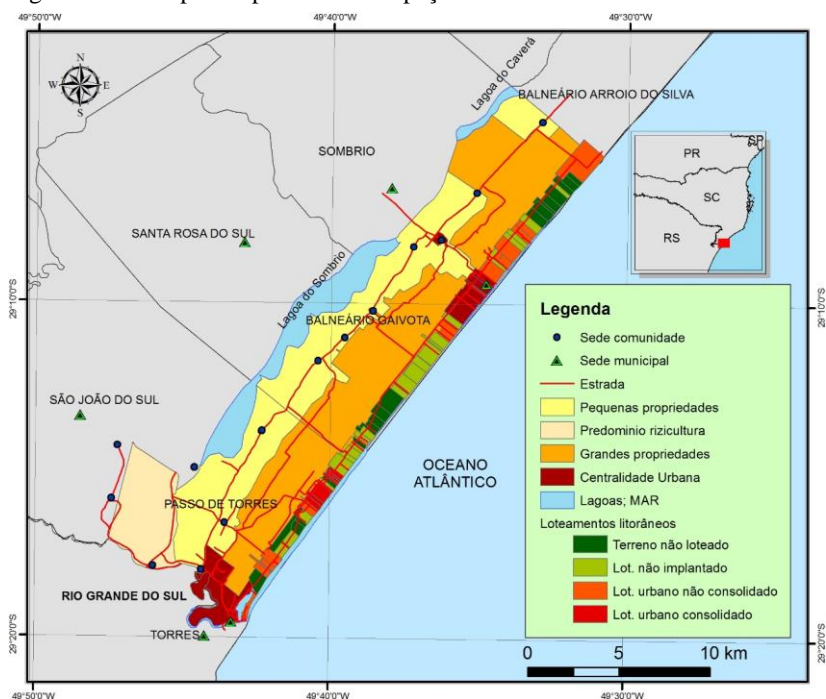
### 1.3.6 Padrões de ocupação e Uso do Solo.

A análise integrada dos dados cartográficos de zoneamento dos municípios, classificação da imagem de satélite de 2014, entrevistas e observações em campo permitiu categorizar as áreas municipais em cinco regiões segundo características fundiárias, produtivas e de ocupa-



ção. Cada uma se mostrou homogênea no que tange ao uso atual do solo, história de ocupação, características naturais e cobertura vegetal nativa. A região dos loteamentos litorâneos foi subdividida em quatro subtipos de acordo com o grau de consolidação (ocupação e implantação de infraestrutura) que se encontram: a) loteamento implantado, em estágio de urbanização consolidada; b) loteamento implantado, porém com baixa densidade populacional, casas esparsas ou concentradas em pequena porção do loteamento; c) loteamento não implantado, que foram loteados em cartório no entanto não possuem infraestrutura de arruamento e rede elétrica que favoreça sua ocupação, podem possuir algumas casas esparsas, mas ainda possui sua formação natural bem caracterizada; e d) terreno litorâneo não loteado, onde não ocorreu o desmembramento em lotes urbanizáveis (Figura 1.12).

Figura 1.12 - Mapa dos padrões de ocupação.



Elaboração: Daniel Cohenca, 2015.



## 1.4 DISCUSSÃO

Em linhas gerais, estudos sobre mudanças de uso e cobertura buscam compreender e estimar a forma como fatores físicos do ambiente, demográficos e socioeconômicos condicionam mudanças espaciais ao longo do tempo (LAMBIN et al., 2001; RINDFUSS et al., 2004; VELDKAMP; LAMBIN, 2001; VERBURG, 2014). Nesta linha, a reconstrução histórica de processos de ocupação, aliadas a ferramentas de análise espacial são úteis e necessárias (VERBURG, 2014). No presente trabalho, o uso das várias ferramentas de análise permitiu identificar os padrões de uso e cobertura da terra nas zonas rurais, loteamentos litorâneos e sedes urbanas, e seus respectivos vetores de ocupação.

Em se tratando do padrão de ocupação, na zona rural de predomínio das pequenas propriedades, os principais vetores de mudança no uso do solo foram as vias de acesso e os desmembramentos, onde em alguns trechos o adensamento de pequenas chácaras chega a ser equivalente a zonas urbanas de baixa densidade. Os principais problemas ambientais identificados envolvem a expansão sucessiva de novas áreas de plantio e pastagens sobre ambientes naturais. Não foi possível detectar diferenças significativas entre os dois municípios estudados no que tange aos padrões de uso da terra, ocupação, história e economia destas comunidades rurais.

Já na zona rural com predomínio das grandes propriedades, as características mais marcantes da ocupação no decorrer das últimas duas décadas foram a estabilidade dos limites das propriedades e a constância das atividades ao longo do tempo. O principal vetor foi a expansão dos plantios de *Pinus* e *Eucalyptus* e de pastagens sobre áreas nativas de restinga herbácea. Essa ocupação se mostrou independente da existência de vias de acesso, já que para as necessidades agrícolas, todas as áreas podem ser consideradas atualmente bem acessíveis.

Na zona rural com predomínio da rizicultura, o padrão de ocupação, nas últimas três décadas, caracterizou-se pela estabilidade da estrutura fundiária e da área em uso agrícola, possivelmente como resultado da intensificação de ações de comando e controle na área.

Na zona urbana de predomínio dos loteamentos litorâneos, os principais vetores que influenciam as mudanças foram a existência de: registro imobiliário dos lotes, infraestrutura básica (vias de acesso, arruamento interno e rede elétrica no loteamento) e núcleos vizinhos de urbanização consolidada. Por sua vez, dentro de cada loteamento, a proximidade do mar foi o fator que mais influenciou a prioridade de novas construções.

Por serem propriedades privadas, com alta valorização imobiliária e ausência de projetos para criação de áreas protegidas, mantendo-se o regramento e a velocidade de construções em curso, a tendência desta área seria de conurbanização em quase toda a extensão do litoral. Os 18,6% da área ainda não loteados também se transformariam em loteamentos litorâneos.

Este padrão de ocupação, resultado de uma demanda crescente por casas de veraneio, alia-se a fragilidade do poder público em aplicar a legislação vigente que protege os ambientes naturais. À época de sua formação, a legislação ambiental vigente (Lei Federal 4.771/65) já restringia a ocupação de áreas de preservação permanente, no entanto, não havia legislação regrando loteamentos urbanos ou impedindo a sobreposição de lotes nos ambientais naturais a serem preservados<sup>14</sup>

A ocupação acelerada, inexistência de licenciamento ambiental dos loteamentos e a sustentabilidade ambiental na faixa da orla, eram fatores que não estavam na pauta de discussão das prefeituras, sendo, no entanto os fatores preponderantes para a perda dos remanescentes dos ecossistemas costeiros nativos.

Desta forma, por motivos variados, mas sempre relacionados a formação de loteamentos sem um projeto de urbanização eficaz e desconsiderando a legislação ambiental, surgiram os conflitos socioambientais. As discussões do Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro (SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO, 2013) tornaram tais conflitos evidentes, dada a incompatibilidade entre o atual padrão de ocupação e a preservação ambiental prevista na legislação<sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup> A Lei Federal nº 6.766 de 1979 foi a primeira legislação instituindo a obrigatoriedade de áreas públicas e áreas verdes nos loteamentos urbanos, proibindo lotes "*em áreas de preservação ecológica*" ou "*em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas*". Esta lei determina que o processo de urbanização seja racional, obrigando a destinação de 35% da área do loteamento para equipamentos públicos, espaços comunitários, áreas verdes e vias de acesso (BRASIL, 1979). Em 1999 a Lei federal 9.785/99 repassou para a competência municipal o poder de legislar sobre os usos permitidos e os índices urbanísticos de parcelamento e ocupação do solo nos loteamentos urbanos (BRASIL, 1999).

<sup>15</sup> Recentes esforços do Governo do Estado, através da Secretaria de Estado do Planejamento, e do Ministério Público Federal buscam conciliar a ocupação nos loteamentos dos municípios do litoral sul com a conservação das áreas legalmente protegidas. Foi proposta a elaboração de termos de ajuste de conduta para cada município, onde as zonas urbanas seriam redefinidas

Com respeito às sedes urbanas, constata-se que os aspectos históricos foram determinantes nas diferenças existentes no padrão de ocupação dos dois municípios. Balneário Gaivota nasceu como uma vila balneária e sua evolução inicial é parecida à descrita para os loteamentos litorâneos, com uma esparsa distribuição das edificações e muitos lotes vazios, mesmo na área central. Já Passo de Torres, tem uma história vinculada à sua posição estratégica à margem do Rio Mampituba, principal passagem dos tropeiros provindos do Rio Grande do Sul em direção à província de São Paulo, existindo maior concentração de domicílios permanentes na zona central.

Nas sedes urbanas os vetores que mais influenciaram a ocupação foram: construção de residências de veraneio, migração de pessoas de alta renda (loteamentos urbanos em Passo de Torres) e de baixa renda (periferia de Balneário Gaivotas e de Passo de Torres) e invasão de áreas de preservação permanente. O fator determinante de alocação das mudanças foram as áreas desabitadas (naturais ou de uso rural) próximas as atuais áreas urbanizadas, priorizadas no adensamento e expansão urbana.

## 1.5 CONCLUSÃO

Os municípios do litoral sul de Santa Catarina possuem profundas semelhanças entre si que se iniciam pelos seus aspectos naturais de conformação geográfica da planície costeira e homogeneidade da tipologia de vegetação. Estas semelhanças se ampliam ao considerar seu histórico de constituição por subdivisão do território de Laguna e depois de Araranguá, e posteriormente pelo processo histórico de ocupação e uso do solo que no interior é mais antigo (início do século XX) e no litoral é bem mais recente (majoritariamente da segunda metade do século XX).

O uso de múltiplas ferramentas do campo da geografia possibilitou cruzar informações e identificar a dinâmica temporal da construção

---

para conter apenas as áreas urbanas consolidadas e as que possuísem alto grau de implantação. Os demais loteamentos deveriam ser resubmetidos a licenciamento ambiental seguindo a atual legislação e os lotes que ficarem além da zona delimitada ficariam isentos de ocupação, garantindo ao proprietário transferência do direito de construir para outro lote localizados dentro do perímetro urbano instituído. (SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO, 2014). A solução proposta ainda está em discussão e, segundo as entrevistas gera polêmica e ainda não foi consensuada pelos governos municipais.

do espaço e consequentemente a importância dos vetores de mudança ao longo do tempo. Também permitiu a distinção e mapeamento de padrões diferentes na organização deste espaço e na forma de uso do solo. A escala de trabalho mostrou que existe uma heterogeneidade microrregional que não deve ser desconsiderada na construção de zoneamento e diretrizes de políticas públicas.

Os municípios de Balneário Gaivota e Passo de Torres, foram exemplos nos quais, através de dados geoespaciais, entrevistas e observações de campo, identificou-se regiões com padrões mais homogêneos de história e, consequentemente, de ocupação, que acarretaram semelhanças nos modelos atuais de uso do solo.

Na região rural existe profunda distinção entre áreas de pequenas propriedades rurais com produção variada da agricultura familiar; áreas com algumas poucas propriedades rurais muito grandes com produção industrial de madeira e pecuária extensiva; e áreas com predominância de médias propriedades onde há predomínio de produção de arroz irrigado. Os três tipos sofreram antigo processo de antropização e restam poucas áreas de vegetação nativa. As alterações recentes na zona rural resultam principalmente da transmissão e desmembramento dos lotes rurais dos agricultores familiares.

Na faixa costeira, apesar dos zoneamentos municipais a considerarem como zona urbana, identificou-se quatro situações que apesar de apresentarem origem comum devem ser abordadas de maneira diferente em função da fase de ocupação em que se encontram: loteamentos que tornaram-se áreas urbanas consolidadas, loteamentos implantados mas com baixo adensamento, loteamentos não implantados e terrenos não loteados.

A preocupação ambiental com a conservação das restingas litorâneas está sendo negligenciada nas políticas públicas municipais, traduzidas pelos alvarás de construção em áreas protegidas por lei, falta de fiscalização ambiental e ausência de estratégias de conservação, a reversão desse processo vem sendo discutida por programas específicos mas não priorizada nas esferas locais.

## 1.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASMUS, M. L.; KITZMANN, D. I. S.; LAYDNER, C. **Gestão Costeira no Brasil. Estado atual e perspectivas.** Montevideo: Ecoplata, 2004. 63p.

BALNEÁRIO GAIVOTA. **Balneário Gaivota Prefeitura.** Disponível em: <<http://balnariogaivota.sc.gov.br/>> Acesso em: 23 jul. 2014.

BASTOS, J.M. Considerações sobre a urbanização do litoral catarinense. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA URBANA, X., 2007, Florianópolis. **Anais...**: SIMPURB, 2007. p. 269-276.

BERNARD, H.R. **Research Methods in Anthropology: Qualitative and quantitative approaches.** 4 ed. Oxford: AltaMira Press, 2006. 803p.

BESER DE DEUS, L.A. **Espaço e tempo como subsídios à construção de cenários de uso e cobertura da terra para o planejamento ambiental na Amazônia: o caso da bacia do Rio Acre.** Rio de Janeiro, 2013. 400 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

BISOL, C.A. Estratégias de pesquisa em contextos de diversidade cultural: entrevistas de listagem livre, entrevistas com informantes-chave e grupos focais. **Estudos de Psicologia**, Campinas, v. 29 (Supl.), p. 719-726, outubro - dezembro, 2012.

CORBIN, A. **O território do vazio: a praia e o imaginário ocidental.** São Paulo: Companhia das Letras, 1989.

BRASIL. Lei N. 6.766 de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. **Diário Oficial da União.** Brasília. 20 dez. 1979.

BRASIL. Decreto-lei n. 9.760 de 05 de setembro de 1946. Dispõe sobre os bens imóveis da União e dá outras providências. **Diário Oficial da União,** Brasília. 06 set. 1946.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado. 1988.

BRASIL. Lei n. 9.785 de 29 de janeiro de 1999. Altera o Decreto-Lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941 (desapropriação por utilidade pública) e as Leis nºs 6.015, de 31 de dezembro de 1973 (registros públicos) e 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (parcelamento do solo urbano). **Diá-**

**rio Oficial da União**, Brasília. 01 fev. 1999 e retificado em 04 fev. 1999.

BRASIL. Lei n 12.651 de 25 de maio de 2012. Novo Código Florestal.

BRASIL. Decreto n. 5.300 de 7 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília 08 dez. 2004.

COHENCA, D.; CARVALHO, R. Comparação de métodos de classificação OBIA, Máxima Verossimilhança e Distância Mínima em imagem OLI/Landsat-8 em área de alta diversidade de uso do solo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XVII, 2015, João Pessoa. **Anais...**, 2015. p.1035-1042

CORDAZZO, C.V.; SEELIGER, U. **Guia Ilustrado da Vegetação Costeira do Extremo Sul do Brasil**. Rio Grande: Editora da FURG, 1995. 275 p.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa da Geodiversidade do Estado de Santa Catarina**. Brasília: CPRM, 2010. 1 mapa: color. escala 1:500.000.

DALLA-NORA, E.L.; AGUIAR, A.P.D.; LAPOLA, D.M.; WOLTJER, G. Why have land use change models for the Amazon failed to capture the amount of deforestation over the last decade? **Land Use Policy**, v. 39, p. 403-411, 2014.

DIAS, J. A.; CEARRETA, A.; ISLA, F. I.; MAHIQUES, M. M. DE. Anthropogenic impacts on Iberoamerican coastal areas: Historical processes, present challenges, and consequences for coastal zone management. **Ocean & Coastal Management**, v. 77, p. 80-88, 2013.

ÉVORA. **Évora S. A. Holding Company**. Disponível em: <<http://www.evora.com/>> Acesso em: 23 jul. 2014.

FALKENBERG, D.B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, sul do Brasil. **Insula**, Florianópolis, n. 28, p. 1-30, 1999.

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA.SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO. DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DAS CIDADES. **Implantação do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro. Fase I: 1.Plano de Gestão Regional.** Florianópolis, 2010. 49 p.

IBGE(a). **IBGE - Cidades.** Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/>> Acesso em: 23 jul. 2014.

IBGE(b). **Contagem da População - 1996.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem/>> Acesso em: 24 mar. 2015.

IBGE(c). **Censo Demográfico 2000: Características da População e dos Domicílios: Resultados do universo.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/>> Acesso em: 12 nov. 2014.

IBGE(d). **Censo Demográfico 2010.** Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>> Acesso em: 12 nov. 2014.

LAMBIN, E. F. et al. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. **Global environmental change**, v. 11, n. 4, p. 261-269, 2001.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Projeto Orla: Fundamentos para gestão integrada.** Brasília, 2002. 78 p.

MMA. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Geo Catálogo - MMA.** Disponível em: <<http://geocatalogo.ibama.gov.br/>> Acesso em: 23 jul. 2014.

MORAES, A.C.R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro.** São Paulo: Annablume, 2007.

MPSC. **Decisão limita rizicultura no Sul de SC por contaminar lagoa com agrotóxico.** Disponível em: <<http://www.mp.sc.gov.br/portal/servicos/imprensa-e-multimidia/noticias/decisao-limita-rizicultura-no->>

sul-de-sc-por-contaminar-lagoa-com-agrotoxico.aspx> Acesso em: 23 jul. 2014.

NUNES, I.T. **A BR-101 e a migração para o litoral em Santa Catarina**. Florianópolis, 2008. 79 f. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de Santa Catarina.

PASSO DE TORRES (c). Lei Complementar n. 007 de 26 de outubro de 2011. Dispõe sobre o código de obras do município de Passo de Torres e dá outras providências.

PASSO DE TORRES (d). Lei Complementar n. 008 de 26 outubro de 2011. Dispõe sobre o zoneamento do uso e ocupação do solo do município de Passo de Torres, e dá outras providências.

PASSO DE TORRES (b). Lei Complementar n. 010, de 28 de dezembro de 2011. Dispõe sobre o código de posturas do município de Passo de Torres e dá outras providências.

PASSO DE TORRES (e). Lei Complementar n. 012 de 28 de dezembro de 2011. Dispõe sobre o parcelamento do solo para fins urbanos no município de Passo de Torres e dá outras providências.

PASSO DE TORRES (a). Lei Complementar n. 013 de 28 de dezembro de 2011. Institui o plano diretor municipal do município de Passo de Torres e dá outras providências.

PASSO DE TORRES. **Prefeitura de Passo de Torres**. Disponível em: <<http://www.passodetorres.sc.gov.br/>> Acesso em: 23 jul. 2014.

PEREIRA, R.M.F.A. Formação sócio-espacial do litoral de Santa Catarina (Brasil): gênese e transformações recentes. **Geosul**, v. 18, n. 35, p. 99-129. 2003.

RICHARDSON, R.J.; PERES, J.A. **Pesquisa social: Métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1985.

RINDFUSS, R.R.; WALSH, S.J.; TURNER II, B.L.; FOX, J.; MISHRA, V. Developing a science of land change: challenges and methodological issues. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 101, n. 39, p. 187-210, 1999.



SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção.** 4 ed. São Paulo: Edusp, 2006. 259 p.

SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO. Revisão do plano de gestão da zona costeira setor 05 - Sul Florianópolis: Relatório Oficial da Diretoria de Desenvolvimento das Cidades/SPG/Governo de Santa Catarina, 2013. 50 p.

SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO. Roteiro metodológico de abordagem das questões que serão objeto de análise para a construção do termo de ajuste de conduta para os municípios do litoral sul de Santa Catarina. Florianópolis: Relatório Oficial da Diretoria de Desenvolvimento das Cidades/SPG/Governo de Santa Catarina, 2014. 36 p.

SILVA, V. C. DA. **Ofício GP/CM Nº 26.** Disponível em: <<http://www.camaragaivota.sc.gov.br/ger/f/projetos-arquivos/396-384-O.pdf>> Acesso em: 23 jul. 2014.

SOCIOAMBIENTAL CONSULTORES ASSOCIADOS LTDA. **Estudos para criação de Unidades de Conservação no Município de Sombrio.** Florianópolis, 2007. Relatório Técnico.

VELDKAMP, A.; LAMBIN, E.F. Predicting land-use change. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n. 85, p. 1-6, 2001.

VERBURG, P.H. The representation of human-environment interactions in land change research and modelling. *in*: MANFREDO, M.J.; VASKE, J.J.; RECHKEMMER, A.; DUKE, E.A. (eds). **Understanding Society and Natural Resources: Forging new strands of integration across the social sciences.** Springer Open, 2014. Cap. 8. p. 161-177.

VERBURG, P. H., SCHOT, P. P., DIJST, M. J., & VELDKAMP, A. Land use change modelling: current practice and research priorities. **GeoJournal**, v. 61, n. 4, p. 309-324, 2004.



## **CAPÍTULO 2.**

### **TRAJETÓRIAS DE MUDANÇA NO USO E COBERTURA DA TERRA NA ZONA COSTEIRA SUL DE SANTA CATARINA.**

#### **2.1 INTRODUÇÃO**

A zona costeira do Brasil foi a primeira porção ocupada pelos colonizadores com a instalação dos primeiros núcleos populacionais. A intensidade, modelo e dinâmica espacial desta ocupação nos diferentes trechos do litoral brasileiro dependeram de conjunturas naturais, geográficas, econômicas e de políticas públicas que variaram no espaço e ao longo do tempo, configurando áreas de alto adensamento, mas também áreas que, até poucas décadas atrás, permaneceram com densidade populacional muito baixa (MORAES, 2007).

Atualmente, muitas dessas localidades até então isoladas em termos de acesso e conectividade, e ambientalmente preservadas sofrem um processo de acelerada ocupação com rápido adensamento populacional (ASMUS; KITZMANN; LAYDNER, 2004; MMA, 2002; MORAES, 2007). Consequentemente vários ambientes litorâneos estão ameaçados pela poluição e exploração desordenada de seus recursos naturais. Os principais desafios, neste sentido, estão relacionados ao planejamento do uso do espaço costeiro e marinho, especialmente pela regulação e monitoramento das atividades econômicas sejam industriais, portuárias, de lazer e turismo, exploração de recursos naturais e de desenvolvimento urbano (ASMUS; KITZMANN; LAYDNER, 2004; MORAES, 2007).

A análise temporal das mudanças na cobertura da terra através de técnicas de sensoriamento remoto se desenvolveu nas últimas décadas concomitante e proporcionalmente a facilidade em aquisição de imagens de satélite (muitas de distribuição gratuita via internet), capacidade de processamento dos computadores e desenvolvimento de diversificados programas computacionais (livres e proprietários) de processamento de imagens (MENESES, 2012; MOREIRA, 2005). A técnica, baseada na simples comparação de sucessivos mapas de cobertura da terra, permitiu que a análise das mudanças geográficas fosse facilitada e dinamizada, possibilitando uma robusta análise quantitativa (LAMBIN; GEIST; LEPERS, 2003).

A série temporal de imagens dos satélites LandSat 5, LandSat 7 e LandSat 8 com resolução espacial de 30 metros disponibiliza imagens desde 1984 (início das operações do LandSat 5). Embora o uso de imagens de alta resolução espacial possa detalhar a classificação em áreas de alta complexidade de uso da terra, em especial sobre áreas urbanas (LU; HETRICK; MORAN, 2010), a disponibilidade das imagens LandSat em séries temporais maiores, o baixo custo e a maior abrangência espacial das cenas, torna-as a base de dados mais adequada para os estudos de mudanças multitemporais de cobertura da terra em áreas extensas (COLDITZ et al., 2011; ROZENSTEIN; KARNIELI, 2011).

Nas duas últimas décadas muitos avanços metodológicos foram alcançados para melhorar a precisão e qualidade da classificação de imagens (BLACHSKE et al., 2000; BLANCHSKE, 2010; CONGALTON; GREEN, 2009; KORTING et al., 2014; LU; WENG, 2007). No entanto, a produção de mapas temáticos confiáveis é ainda um processo complexo e desafiador já que muitos fatores como a complexidade da paisagem, a seleção dos dados de sensoriamento remoto, o processamento das imagens e a escolha dos métodos de classificação mais adequados interferem na qualidade do produto final (LU; WENG, 2007).

A imprecisão na classificação de imagens advém de diversos fatores incluindo georreferenciamento incorreto, correção atmosférica incompleta, inadequação das amostras em classificações supervisionadas e erro na separação de classes parecidas. Considera-se, portanto, que os métodos de classificação carregam a imprecisão e torna-se fundamental a sua análise para assegurar um grau confiabilidade de um mapeamento temático que seja adequado ao trabalho desejado (CONGALTON; GREEN, 2009).

Neste contexto, o presente capítulo, utilizando técnicas de geoprocessamento, tem como objetivos:

- Analisar quantitativamente as mudanças na cobertura da terra em série temporal de 30 anos em dois municípios da zona costeira sul do estado de Santa Catarina (Passos de Torres e Balneário Gaivota), particularmente das transições ocorridas entre áreas de vegetação nativa, áreas antrópicas de uso rural e áreas urbanas; e
- Discutir, a partir da taxa de ocupação dessas áreas naturais, as diferenças nas taxas de mudanças da cobertura da terra considerando a regionalização de seus distintos padrões de ocupação<sup>16</sup>.

---

<sup>16</sup> O mapa da regionalização dos padrões de ocupação é um resultado do capítulo anterior.

## 2.2 MÉTODOS

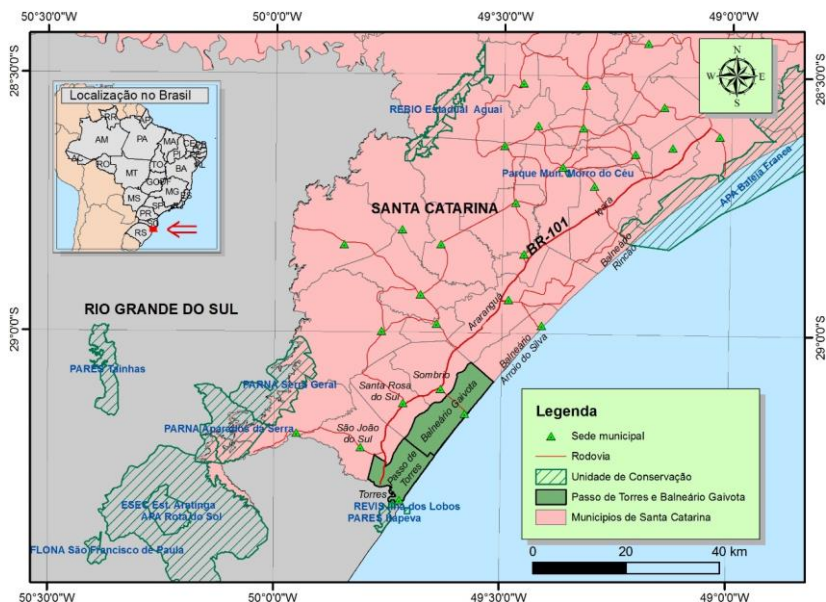
### 2.2.1 Área de estudo.

A área de estudo abrange os municípios de Passo de Torres e Balneário Gaivota na zona costeira sul do estado de Santa Catarina, totalizando 25.030 ha (Figuras 2.1 e 2.2). Em quase toda a área a altitude varia entre o nível do mar e 30 metros, podendo ser considerada homogênea. Segundo dados do ASTER-GDEM (*Global Digital Elevation Model*) existem apenas três morros com elevação acima de 30m.

A área é inteiramente composta de planície sedimentar litorânea holocênica (DIEHL; HORN FILHO, 1996), originalmente recoberta por restingas herbáceas, típica de banhados ou fixadora de dunas, arbustivas ou arbóreas (FALKENBERG, 1999; CONAMA, 1999). Além da vegetação nativa, a área apresenta diversidade de tipos de cobertura da terra incluindo agricultura familiar, monocultura de espécies madeireiras (cultivo de *Pinus* e *Eucalyptus*), rizicultura, pecuária e áreas urbanizadas em diferentes estágios de ocupação.

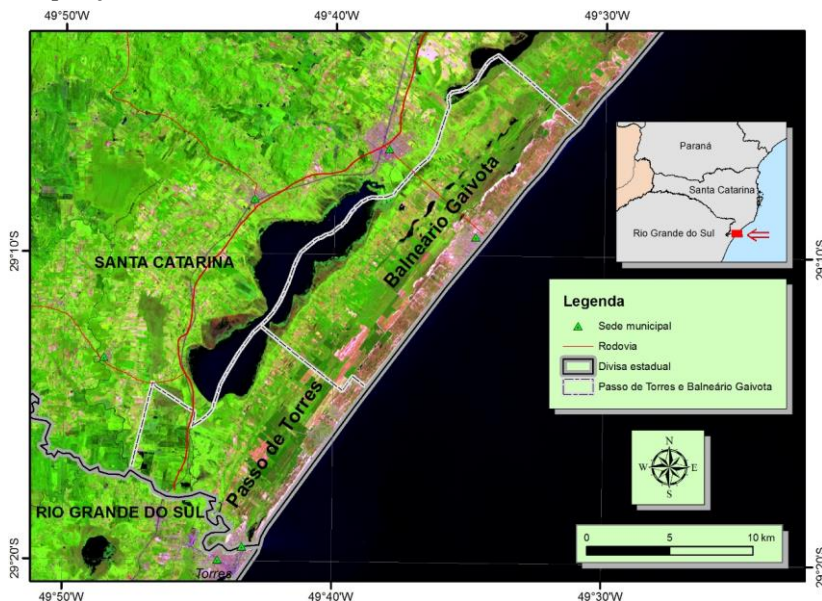
A seleção da área de estudo foi motivada primeiramente pela sua dinâmica de ocupação, que pode ser considerada um padrão no litoral sul catarinense, o que permitiria extrapolar as análises e compreender as trajetórias de mudanças de cobertura e ocupação regional em outras escalas. Em segundo lugar, o fato da área ser considerada como zona costeira com baixo nível de ocupação, dada a presença de diversas áreas remanescentes de ecossistemas nativos e os núcleos urbanos ainda estarem esparsos, sugere que exista potencial de que políticas de desenvolvimento ainda tenham o poder de direcionamento das tendências de uso da terra, conduzindo a um maior ordenamento e sustentabilidade ambiental na ocupação litorânea.

Figura 2.1 - Localização dos municípios de Passo de Torres e Balneário Gaivota.



Fontes: limites municipais, sedes e rodovias: IBGE, unidades de conservação: IBAMA. Sistema de coordenadas geográficas, datum WGS84. Elaboração: Daniel Cohenca, 2015.

Figura 2.2 - Carta imagem dos municípios de Passo de Torres e Balneário Gaivota. Imagem Landsat-8/OLI, órbita\_ponto: 220\_080 de 30/01/2014, composição RGB nas bandas 654.



Fontes: Limites municipais e estadual, sedes e rodovias: IBGE, sistema de coordenadas geográficas, datum WGS84. Elaboração: Daniel Cohenca, 2015.

## 2.2.2 Imagens utilizadas.

Para classificação das imagens, foram utilizadas cenas em intervalos de tempo de aproximadamente 10 anos de imagens LandSat com 30 metros de resolução espacial, compostas em seis bandas espectrais para cada cena<sup>17</sup> (Tabela 2.1). É importante ressaltar que a precisão no processo de correção geométrica é crucial para a comparação multitemporal (MORISSETTE; KHORRAM; 2000; MUNDIA, 2005; SINGH, 1989). Para tal foi utilizada a imagem LandSat 8/OLI de 30/01/2014 como referência (disponibilizada com correção geométrica pelo UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY - USGS), mantida no sistema de coordenadas planas UTM e Datum WGS84, sendo os pontos de controle selecionados imagem para imagem, resultando um Erro

<sup>17</sup> Utilizou-se bandas espectrais que captam comprimentos de onda equivalentes nos sensores TM e OLI.

Médio Quadrático (RMS) menor que 15 metros (metade do pixel) em todas as cenas. O método de reamostragem utilizado foi o do vizinho mais próximo, objetivando a manutenção das propriedades radiométricas das imagens originais.

Após a correção, as quatro imagens foram recortadas utilizando-se a feição do IBGE dos limites municipais da área de estudo.

Tabela 2.1 - Sensores, datas e bandas espectrais das imagens utilizadas (órbita 220, ponto 080).

Satélite - Sensor	Data	Bandas
LandSat 5 - TM	09/07/1985	1,2,3,4,5,7
LandSat 5 - TM	18/07/1994	1,2,3,4,5,7
LandSat 5 - TM	14/08/2004	1,2,3,4,5,7
LandSat 8 - OLI	30/01/2014	2,3,4,5,6,7

Além das imagens acima utilizadas na classificação, as seguintes imagens de alta resolução espacial foram utilizadas na avaliação da precisão de classificação como dado de referência<sup>18</sup>:

a) Aerofotografias do ano de 1978 disponibilizadas pelo Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM para validar a classificação da imagem LandSat 5/TM de 09/07/1985.<sup>19</sup>

b) Aerofotografias do ano de 1996 disponibilizadas pela Secretaria do Patrimônio da União - SPU para validar a classificação da imagem LandSat 5/TM de 18/07/1994.

c) Imagens do satélite SPOT do ano de 2005, com resolução espacial de 2,5 metros, disponibilizadas pela Companhia de Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina – CODESC para validar a classificação da imagem LandSat 5/TM de 14/08/2004.

---

<sup>18</sup> Dados de campo possuem melhor qualidade na identificação das classes para validação da classificação, no entanto, quando o estudo baseia-se em imagens históricas, os dados de campo não mais podem ser adquiridos, devendo ser recorrido a outros recursos disponíveis que possuam dados provenientes de datas o mais próximas possível das imagens a qual deseja-se validar a classificação (CONGALTON; GREEN, 2009).

<sup>19</sup> O uso de dados de referência com datas diferentes daquelas das imagens classificadas se justifica pela indisponibilidade de outras imagens de alta resolução em datas mais próximas.



d) Imagens do satélite RapidEye de 10/12/2012, com resolução espacial de 5 metros, disponibilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente- MMA, e mosaico de imagens de alta resolução espacial (pixel inferior a 1 metro) dos anos 2013 e 2014 disponíveis no software GoogleEarth para validar a classificação da imagem LandSat 8/OLI de 30/01/2014.

### 2.2.3 Classificação

Na classificação foi empregado o método supervisionado de classificação orientada por objetos (OBIA<sup>20</sup>), utilizando-se seis bandas espectrais para aumentar a capacidade de separabilidade entre as classes.

O método OBIA se baseia na segmentação de imagens o que consiste em subdividir a imagem em regiões ou (polígonos) homogêneos, denominados objetos que são os elementos básicos da classificação em detrimento do processo pixel a pixel tradicionalmente usado (BENZ et al., 2004). Cada objeto possui características espectrais definidas pelo valor médio dos pixels e também por características geométricas, contextuais e de textura. Os segmentos são classificados seguindo uma árvore de processos cujas regras para a diferenciação das classes são definidas pelo intérprete (FRANCISCO; ALMEIDA, 2012).

Na segmentação foram testados parâmetros de pesos das bandas, escala<sup>21</sup>, forma<sup>22</sup> e compacidade<sup>23</sup> dos objetos em cada uma das imagens os quais definem a separabilidade dos objetos e, conseqüentemente, o tamanho e número de objetos a serem criados (ESCH et al., 2008). Pelas características distintas da condição atmosférica na aquisição das imagens e dos diferentes sensores utilizados, cada cena foi testada separadamente. Escolheu-se uma área próxima a sede urbana de Passo de Torres como amostra para testes visuais por conter um mosaico significativo das coberturas da terra existente na área de trabalho e definiram-se os parâmetros que resultaram a separabilidade entre os objetos sem um

---

<sup>20</sup> Em inglês, OBIA - Object Based Image Analysis.

<sup>21</sup> O parâmetro de escala define a máxima heterogeneidade permitida para os objetos, um parâmetro de escala com valor menor produz objetos menores (ESCH et al., 2008).

<sup>22</sup> O parâmetro de forma define o peso ponderado das influências entre a radiometria e o formato dos objetos no seu delineamento. O valor varia de 0 a 1, valores menores priorizam homogeneidade radiométrica enquanto maiores priorizam a homogeneidade em forma (EVANS et al., 2010).

<sup>23</sup> O parâmetro de compacidade define a suavidade das bordas dos objetos. O parâmetro varia entre 0 e 1, valores maiores determinam maior compacidade nos objetos (EVANS et al., 2010).

aumento excessivo da sua quantidade (ESCH et al., 2008) (Tabela 2.2). A avaliação da qualidade da segmentação é difícil de ser mensurada diretamente por que a melhor qualidade seria a que separa um pixel por objeto, no entanto a vantagem do OBIA está justamente nos agrupamentos de pixels homogêneos em objetos mais amplos. Porém, efetiva-se a avaliação de forma indireta na medida que procede-se a avaliação do resultado final da classificação. O procedimento elimina a necessidade de se avaliar duas vezes uma mesma imagem e mantém a significância da precisão global (DARWISH; LEUKERT; REINHARDT, 2003).

Tabela 2.2 - Valores dos parâmetros utilizados na segmentação das imagens LandSat.

Imagem	Escala	Forma	Compacidade
TM -09/07/1985	10	0.1	0.8
TM-18/07/1994	10	0.1	0.9
TM-14/08/2004	10	0.1	0.9
OLI-30/01/2014	90	0.1	0.5

A partir de visitas a campo e análise das imagens de alta resolução, foram inicialmente definidas onze classes temáticas consideradas representativas da diversidade de tipos de cobertura na área de estudo. No entanto um grande número de classes implica em aumento na imprecisão de classificação por diminuição das distâncias radiométricas entre as classes e por dificuldade do algoritmo em definir a classe nos pixels de borda. Esta questão se torna ainda mais relevante considerando que a área de estudo apresenta um mosaico de alta diversidade do uso e cobertura da terra e que a imagem utilizada possui resolução espacial de 30 metros. Para redução desta fonte de imprecisão e considerando o objetivo de identificar as mudanças na cobertura entre vegetação nativa, áreas de uso rural e áreas urbanas, independentemente do tipo específico de uso em cada segmento, as classes inicialmente definidas foram agrupadas em quatro classes finais, consideradas suficientes para efeito de comparação e análise multitemporal (Tabela 2.3).

Tabela 2.3 - Classes de cobertura da terra e agrupamentos definidos para área de estudo.

Classe	Descrição	Agrupamento
Mar	Mar	Água
Agua_Int	Rios e lagoas;	Água
Duna	Praias e dunas móveis (dunas não vegetada);	Natural
Rest_Fix	Restinga herbácea fixadora de dunas (dunas litorâneas vegetadas)	Natural
Rest_Ban	Restinga herbácea de lagunas, banhados e baixadas (CONAMA, 1999)	Natural
Flor_Nativa	Restinga arbórea (ou mata de restinga) em estágios de sucessão médio, avançados ou primária (CONAMA, 1999)	Natural
Agricultura	Agricultura diversificada	Uso Rural
Rizicultura	Cultivo de arroz irrigado	Uso Rural
Pastagem	Pastagens plantadas e pastagens com mistura de campos nativos	Uso Rural
Pinus_Eucal	Reflorestamento de espécies exóticas de <i>Pinus</i> e <i>Eucalyptus</i> destinados ao uso madeireiro.	Uso Rural
Urbana	Núcleos de concentração residencial em diversos graus de ocupação.	Urbana

## 2.2.4 Avaliação da precisão da classificação

Para avaliar a precisão dos resultados da classificação foi utilizado o método proposto por Congalton e Green (2009) de amostragem aleatória estratificada. Foram sorteados 200 pontos de referência aleatórios para cada uma das cenas independentemente, sendo 50 amostras por classe (estratificado) com distância mínima de 100 metros entre amostras (totalizando 800 amostras no total do estudo). Como dado de referência foram utilizadas as aerofotografias e imagens de satélite de alta resolução espacial<sup>24</sup>.

<sup>24</sup> Dados de campo possuem melhor qualidade na identificação das classes para validação da classificação, no entanto, quando o estudo baseia-se em imagens históricas, os dados de campo não mais podem ser adquiridos, de-

A partir da classificação e das amostras de referência foram geradas as matrizes de confusão e calculados os índices de exatidão global, os coeficientes Kappa, suas variâncias para cada cena e o coeficientes Kappa condicional para cada classe em cada cena.

O índice de exatidão global consiste na divisão do número de acertos da classificação sobre o número total de amostras. O coeficiente Kappa, calculado a partir da matriz de confusão, mede a significância da classificação e é calculado através da equação (1) (CONGALTON; GREEN, 2009).

$$\hat{K} = \frac{n \sum_{i=1}^k n_{ii} - \sum_{i=1}^k n_{i+} n_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^k n_{i+} n_{+i}} \quad (1)$$

, onde  $n$  é o número de amostras,  $i$  e  $k$  são as classes,  $n_{ii}$  é o número de amostras corretamente classificadas da classe  $i$ ,  $n_{i+}$  é o número de amostras classificadas da classe  $i$  e  $n_{+i}$  é o número de amostras coletadas da classe  $i$ .

A variância do coeficiente Kappa é calculado para avaliar a precisão do coeficiente Kappa e é determinado através da equação (2) (CONGALTON; GREEN, 2009).

$$\text{var}(\hat{K}) = \frac{1}{n} \left\{ \frac{\theta_1(1-\theta_1)}{(1-\theta_2)^2} + \frac{2(1-\theta_1)(2\theta_1\theta_2-\theta_3)}{(1-\theta_2)^3} + \frac{(1-\theta_1)^2(\theta_4-4\theta_2^2)}{(1-\theta_2)^4} \right\} \quad (2)$$

, onde

$$\theta_1 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_{ii},$$

$$\theta_2 = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^k n_{i+} n_{+i},$$

$$\theta_3 = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^k n_{ii} (n_{i+} + n_{+i}),$$

---

vendo ser recorrido a outros recursos disponíveis que possuam dados provenientes de datas o mais próximas possível das imagens a qual deseja-se validar a classificação (CONGALTON; GREEN, 2009).

e

$$\theta_4 = \frac{1}{n^3} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k n_{ij} (n_{j+} + n_{+i})^2$$

, onde  $n$ ,  $n_{ii}$ ,  $n_{i+}$  e  $n_{+i}$  foram definidos na equação (1).

A variância de Kappa é utilizada para testar estatisticamente se o coeficiente Kappa é significativamente maior que zero ou seja, se a classificação é significativamente mais eficiente que uma classificação aleatória, utilizando-se a equação (3).

$$Z = \frac{\hat{K}}{\sqrt{\text{var}(\hat{K})}} \quad (3)$$

$Z$  é padronizado e normalmente distribuído. No teste de hipótese, a rejeição à hipótese nula ( $H_0$ ) indica que, por determinado intervalo de confiança, o coeficiente Kappa é significantemente maior que zero. Ele efetiva-se quando  $Z \geq Z_{\alpha/2}$ , onde  $Z_{\alpha/2}$  é o valor crítico do teste  $Z$  no intervalo confiança do teste  $Z$  bicaudal (CONGALTON; GREEN, 2009).

Os coeficientes Kappa condicionais avaliam a significância da classificação para cada classe em separado e é determinado pela equação (4) (CONGALTON; GREEN, 2009).

$$\hat{K}_i = \frac{nn_{ii} - n_{i+}n_{+i}}{nn_{i+} - n_{i+}n_{+i}}. \quad (4)$$

, onde  $n$ ,  $n_{ii}$ ,  $n_{i+}$  e  $n_{+i}$  foram definidos na equação (1).

### 2.2.5 Pós-Classificação

Os objetos resultantes do processo de classificação de cada imagem foram fundidos por classe e as feições resultantes sobrepostas e agrupadas em uma única feição de polígonos contendo atributos das classes de uso da terra das quatro imagens analisadas. Em seguida foram selecionados os polígonos com tamanho acima de 1 ha e trajetórias consideradas incomuns os quais foram analisados individualmente sobre o conjunto de imagens de alta resolução espacial utilizados como referência na avaliação da classificação.

Este processo de pós-classificação tem como objetivo corrigir erros de classificação de áreas maiores que um hectare e que poderiam influenciar na análise quantitativa dos dados. As trajetórias consideradas inviáveis ou pouco prováveis foram revisadas individualmente e corrigidas. Foram considerados inviáveis e corrigidos os polígonos da classe Urbana que deixaram de ser classificados como classe Urbana na ima-

gem posterior. Foram considerados pouco prováveis e revisados individualmente os polígonos classificados como Natural após serem classificados como Água ou como Uso Rural na imagem anterior e também polígonos classificados como Água que não foram classificados como Água em imagem anterior ou subsequente. Sobre este último caso existe alta precisão na classificação das águas e sua transição para outras classes é rara. A revisão individualizada dos polígonos em que a classe água transicionou para outra classe manteve as classificações em áreas onde teriam ocorrido aterramentos, drenagem de lagoas, construção de lagos artificiais ou revegetação de terras baixas em margens de lagoas naturais. Já as transições associadas a ocorrência de inundação periódica, plantio de arroz irrigado, variação de marés ou maior pluviosidade sazonal foram devidamente corrigidas.

### **2.2.6 Análise Multitemporal**

Considerando a complexidade e diversidade de usos e de tipos de cobertura da terra na área de estudo, para a análise multitemporal das mudanças optou-se pelo método de comparação vetorial das classificações realizadas em cada cena analisada (abordagem pós-classificação) em detrimento dos métodos de análise simultânea de dados multitemporais com técnicas algébricas de comparação de imagem em sua forma matricial por aritmética de bandas.

A análise dos dados ocorreu de forma quantitativa tanto em forma global (toda a área de estudo) quanto regionalizada, utilizando os limites dos distintos padrões de ocupação identificados com base no tipo principal de uso, tamanho de propriedade e dinâmica de ocupação que foram mapeados no levantamento histórico do processo de ocupação (Figura 1.11 - Capítulo 1). Esse mapeamento foi cruzado com os mapas de mudança de uso da terra possibilitando identificar os padrões de ocupação que sofreram maior mudança e quais foram essas mudanças nos diversos intervalos temporais.

Da mesma forma, analisou-se a trajetória multitemporal das transições de cobertura da terra com objetivo de compreender as mudanças detectadas entre as décadas estudadas, tanto de maneira global quanto regionalizadas.

## 2.3 RESULTADOS

### 2.3.1 Avaliação da precisão da classificação

As exatidões globais, calculadas a partir das matrizes de confusão, variaram entre 0,84 e 0,88, e os coeficientes Kappa entre 0,79 e 0,84 (Tabela 2.4), valores de exatidão elevados, denotando eficiência na separabilidade entre as classes.

Tabela 2.4 - Matrizes de Confusão, índices de exatidão global e coeficientes Kappa das classificações.

<b>1985</b>		Referência				
Classificação	Clas-se	A	N	R	U	To-tal
	A	49	0	1	0	50
	N	1	42	4	0	47*
	R	0	8	40	0	48*
	U	1	9	0	40	50
	To-tal	51	59	45	40	195
Exatidão Global = 0,88						
Coeficiente Kappa = 0,84						

<b>1994</b>		Referência				
Classificação	Clas-se	A	N	R	U	To-tal
	A	48	2	0	0	50
	N	1	40	7	2	50
	R	1	13	36	0	50
	U	0	2	3	45	50
	To-tal	50	57	46	47	200
Exatidão Global = 0,84						
Coeficiente Kappa = 0,79						

<b>2004</b>		Referência				
Classificação	Clas-se	A	N	R	U	To-tal
	A	50	0	0	0	50
	N	1	36	12	1	50
	R	0	6	43	1	50
	U	0	6	3	41	50
	To-tal	51	48	58	43	200
Exatidão Global = 0,85						
Coeficiente Kappa = 0,80						

<b>2014</b>		Referência				
Classificação	Clas-se	A	N	R	U	To-tal
	A	46	4	0	0	50
	N	1	39	8	2	50
	R	0	8	42	0	50
	U	0	6	0	44	50
	To-tal	47	57	50	46	200
Exatidão Global = 0,85						
Coeficiente Kappa = 0,81						

Legenda: A - Água; N - Natural; R - Uso Rural; U - Urbana.

\*Devido a ausência de duas aerofotografias de referência de 1978, cinco amostras de avaliação de precisão da classificação da imagem de 1985 foram excluídas.

Através do cálculo das variâncias dos coeficientes Kappa foi realizado o teste estatístico Z que indicou existir significância dos coeficientes nas quatro classificações num intervalo de confiança de 99% (Tabela 2.5).

Tabela 2.5 - Valores das variâncias dos coeficientes Kappa e do teste estatístico Z obtidos a partir das classificações das imagens.

Ano da imagem	Coefficiente Kappa	vâr (K)	Z
1985	0,84	0,0009756	26,77
1994	0,79	0,0011643	23,25
2004	0,80	0,0011305	23,79
2014	0,81	0,0011057	24,26

\*Z crítico em intervalo de confiança de 99% = 2,58

A classe com maior precisão de classificação, segundo os coeficientes Kappa condicionais, foi a classe Água, seguida pela classe Urbana. Já as classes que apresentaram maior confusão foram Natural e Uso Rural (Tabela 2.6). Essa maior confusão deve-se a um gradiente de menor separabilidade principalmente na criação de gado sobre restinga herbácea nativa em vários graus de intensificação e áreas de plantações de *Pinus* e *Eucalyptus* pós colheita deixarem areia exposta.

Tabela 2.6 - Coeficiente Kappa condicional e global.

Classe \ Ano da Imagem		1985	1994	2004	2014
Kappa Condicional	Água	0,97	0,95	1,00	0,90
	Natural	0,85	0,72	0,63	0,69
	Uso Rural	0,78	0,64	0,80	0,79
	Urbana	0,75	0,87	0,77	0,84
Kappa Global		0,84	0,79	0,80	0,81

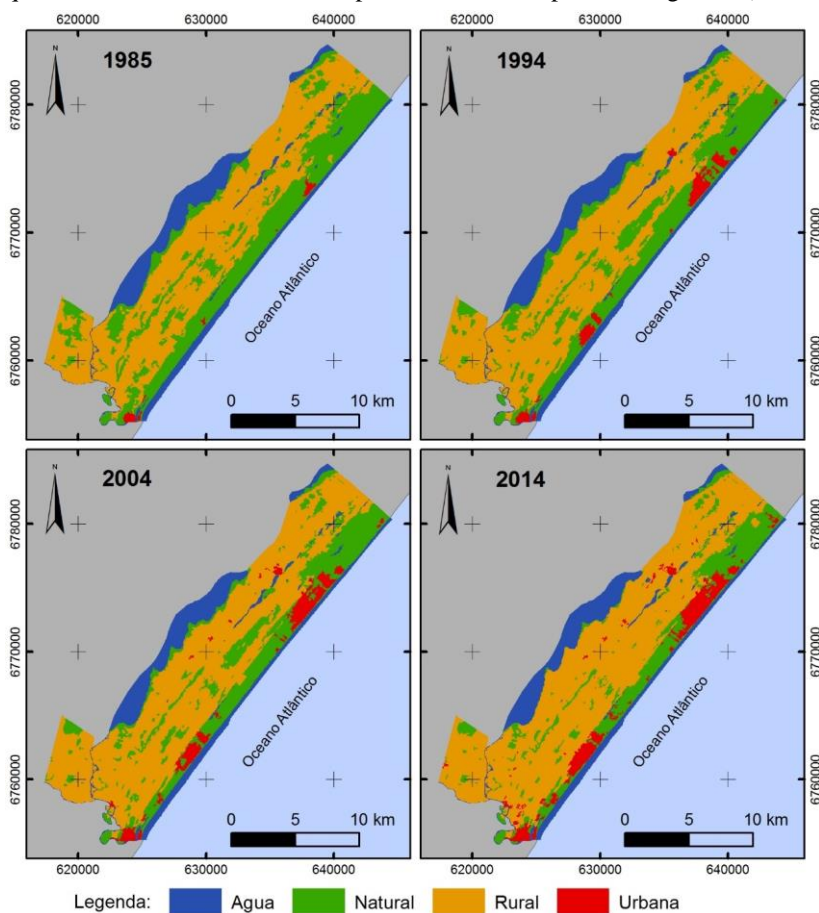
### 2.3.2 Classificação e Análise Multitemporal

Os mapas das classificações permitem observar algumas evidências quanto a distribuição geográfica dos padrões de cobertura da terra



na área de estudo em cada uma das décadas (Figura 2.3). Nota-se o aumento da urbanização e do uso rural em detrimento das áreas de ecossistemas nativos. Em se tratando da expansão da classe urbana, esta se deu prioritariamente em torno de áreas já urbanizadas, com surgimento de novos focos urbanos tanto na faixa litorânea, onde essa expansão foi mais acentuada, quanto no interior com a formação de novos núcleos.

Figura 2.3 - Resultado da classificação e pós-classificação das imagens dos anos de 1985, 1994, 2004 e 2014 (Projeção UTM fuso 22, Datum WGS84). Os quantitativos absolutos e relativos por classe estão dispostos na figura 2.4)



Elaboração: Daniel Cohenca, 2015.

A análise quantitativa da cobertura da terra em toda a área de estudo (figuras 2.4 e 2.5 e Tabela 2.7) indica uma predominância do uso rural que se manteve em expansão ao longo das três décadas. Entre 1985 e 2014 houve aumento de 19,3% nesta classe, com destaque para o período entre 2004 e 2014 no qual o aumento foi de 8,5%. A classe Natural, que agrega diversas fitofisionomias nativas, sofreu redução em todos os intervalos estudados, 47% (3.819ha) de sua área remanescente existente em 1985, foi perdida entre 1985 e 2014. Novamente se destaca o período entre 2004 e 2014 no qual esta redução atingiu 28,1%. A classe Urbana foi a que se manteve com menor quantidade total, sendo porém a que mostrou maiores taxas de crescimento com 918,9% de aumento entre 1985 e 2014, passando de 158ha (0,7%) para 1.609ha (7,4%). Ao longo das três décadas foi possível constatar ampliação da urbanização com um incremento médio de 484ha por década. O período de maior urbanização ocorreu entre 1985 e 1994 quando o crescimento foi de 368,5%. A classe Água sofreu uma redução em área de 3,9% (146ha) no período estudado, com destaque para o período entre 1985 e 1994 quando a redução foi de 3,3% (124ha).

Figura 2.4 - Resultados quantitativos de cada classe nas imagens classificadas (valores em hectares e percentuais).

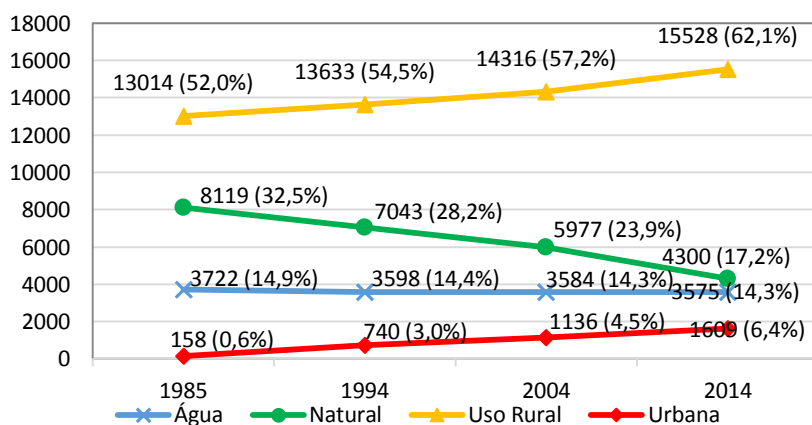


Figura 2.5 - Mudanças na cobertura da terra em cada período analisado (valores em hectares).

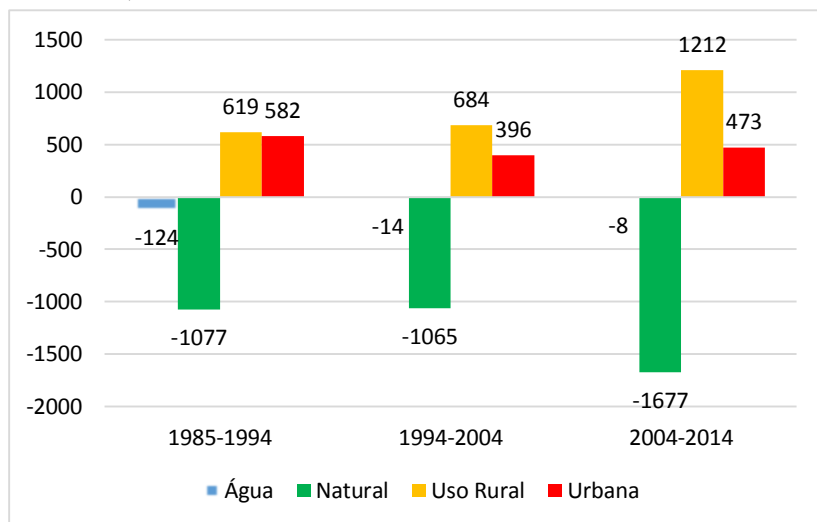


Tabela 2.7 - Taxas de variação das classes de cobertura da terra.

Período \ Classe	1985-1994	1994-2004	2004-2014
Água	-3,3%	-0,4%	-0,2%
Natural	-13,3%	-15,1%	-28,1%
Uso Rural	4,8%	5,0%	8,5%
Urbana	368,5%	53,5%	41,7%

### 2.3.3 Trajetórias de mudança da cobertura da terra

Entre 1985 e 2014, foram detectadas mudanças na cobertura da terra em um total de 4.942 ha, o que corresponde a 19,8% da área total estudada. 8,9% da área total dos municípios sofreu mudança entre 1985 e 1994, 5,1% entre 1994 e 2004 e 7,6% entre 2004 e 2014. (Em 1,8% da área ocorreram mudanças em dois períodos; mas em nenhuma área foram detectadas mudanças nos três períodos). A maior mudança de uso e cobertura (57,1%) ocorreu devido a transição da classe Natural para a classe Uso Rural, seguida da transição da classe Natural para a classe

Urbana (24,3%) e em menor grau da classe Uso Rural para a classe Urbana (5,1%) e da classe Uso Rural para a classe Natural (2,8%) (Tabela 2.8). A maior quantidade de mudanças ocorreu entre 1985 e 1994, a regeneração e abandono das áreas de Uso Rural foi responsável por 18,6% das transições neste período.

A menor quantidade de mudanças ocorreu entre 1994 e 2004, quando inclusive houve redução do índice de crescimento da classe Urbana em relação ao período anterior. O período entre 2004 e 2014 destaca-se tanto pelo maior avanço da classe de Uso Rural sobre a classe Natural quanto da classe Urbana sobre a classe Uso Rural.

Tabela 2.8 - Transições mais frequentes ocorridas na cobertura da terra por período.

<b>Transição \ Período</b>	<b>1985-1994</b>		<b>1994-2004</b>		<b>2004-2014</b>		<b>1985-2014*</b>	
	<b>área (ha)</b>	<b>%</b>	<b>área (ha)</b>	<b>%</b>	<b>área (ha)</b>	<b>%</b>	<b>área (ha)</b>	<b>%</b>
Natural → Uso Rural	1090	49,2	815	63,5	1370	72,0	2822	57,1
Natural → Urbana	522	23,5	322	25,1	346	18,2	1200	24,3
Uso Rural → Urbana	60	2,7	74	5,7	127	6,7	250	5,1
Uso Rural → Natural	411	18,6	58	4,5	26	1,4	138	2,8
Outras transições	134	6,0	14	1,1	33	1,7	532**	10,8
<b>TOTAL</b>	2217		1282		1902		4942	100

\* a soma da área das mudanças em cada período é diferente da área das mudanças entre 1985 e 2014 pois algumas áreas sofreram mais de uma transição.

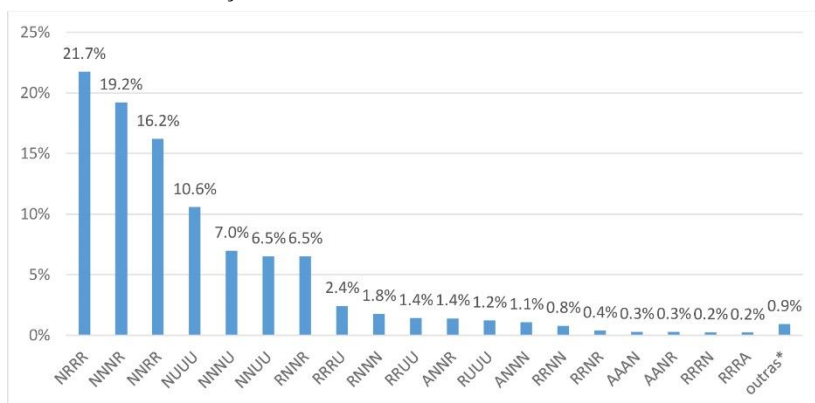
\*\*Este quantitativo inclui 360ha que sofreram duas transições, e que a segunda a fez retornar a classe que pertenciam em 1985.

Detectou-se 41 diferentes trajetórias multitemporais da cobertura da terra, que seriam a história das alterações da cobertura ocorridas nas três décadas em cada polígono. Destas, 23 ocorreram em mais de dez hectares, totalizando 99,1% das mudanças detectadas (Figura 2.6). Detectou-se que 57,1% referem-se as três possíveis trajetórias que transformaram a cobertura de classe Natural para Uso Rural, sendo: 21,7% pertencente a classe Natural em 1985, transformando-se para Uso Rural entre 1985 e 1994 e mantendo-se assim até 2014. 16,2% pertenceu a classe Natural até 1994 e alterou para Uso Rural entre 1994 e 2004 e

19,2% pertenceu a classe Natural até 2004 e sofreu alteração para Uso Rural entre 2004 e 2014.

Observou-se que 24,0% das transições ocorreu da classe Natural para a classe Urbana (10,6% entre 1985 e 1994, 6,5% entre 1994 e 2004 e 7,0% entre 2004 e 2014). Destaca-se ainda que 6,5% das mudanças advém da regeneração de áreas de Uso Rural entre 1985 e 1994 mas que voltaram a ser de Uso Rural entre 2004 e 2014 (Figura 2.6).

Figura 2.6 - Trajetórias multitemporais na cobertura da terra. Valores percentuais do total de mudanças detectada nas três décadas.



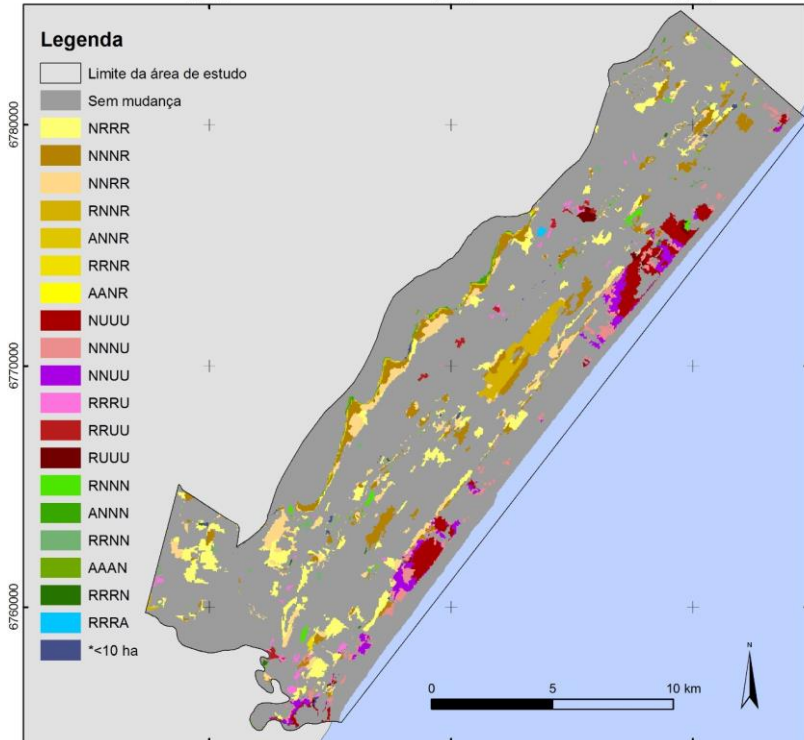
Legenda: A - Água, N - Natural, R - Uso Rural, U - Urbana.

Cada letra representa uma classe nos anos 1985, 1994, 2004 e 2014 respectivamente (por exemplo NNUU= classe Natural em 1985, Natural em 1994, Urbana em 2004 e Urbana em 2014).

\*outras - transições cuja soma da área é menor que 10 hectares.

A distribuição geográfica das trajetórias mostra que a despeito destas serem amplamente distribuídas na área de estudo, há concentração das mudanças para classe urbana na faixa mais próxima ao litoral e das mudanças para classe Rural mais interiorizadas, com destaque às margens da lagoa do Sombrio (Figura 2.7).

620000 630000 640000



Cada letra representa uma classe nos anos 1985, 1994, 2004 e 2014 respectiva-

A análise regionalizada permitiu identificar e comparar as taxas

A análise regionalizada permitiu identificar e comparar as taxas de mudanças ocorridas em cada região de padrão de ocupação por período. Entre 1985 e 2014, 42,8% da região das sedes urbana sofreu mudanças, seguida por 31,7% da região dos loteamentos litorâneos, 20,9% da região de grandes propriedades rurais, 18,0% da região de pequenas propriedades rurais e 15,4% da região das fazendas de arroz (Tabela 2.9). Observando os períodos específicos constatou-se que entre 1985 e 1994 as regiões sedes urbanas, loteamentos litorâneos, rural de pequenas propriedades e fazendas de arroz registraram suas maiores taxas de mu-

danças, o que conferiu ao período a maior taxa de mudança global, 8,9%. As regiões das grandes propriedades rurais e das lagoas registraram maior taxa de mudanças entre 2004 e 2014.

Tabela 2.9 - Taxas de mudanças ocorridas por região.

Região	Área da Região		Taxas de mudanças por período*			1985-2014
	(ha)	(%)	1985-1994	1994-2004	2004-2014	
<b>Sedes urbanas</b>	1.231	4,9%	20,1%	13,2%	9,8%	42,8%
<b>Loteamentos litorâneos</b>	3.194	12,8%	14,4%	7,0%	10,4%	31,7%
<b>Rural grandes propriedades</b>	8.499	34,0%	9,7%	4,8%	10,7%	20,9%
<b>Rural pequenas propriedades</b>	7.050	28,2%	6,5%	6,0%	6,4%	18,0%
<b>Rizicultura</b>	1.834	7,3%	10,1%	2,8%	3,1%	15,4%
<b>Lagoa</b>	2.167	8,7%	1,7%	0,4%	2,1%	3,3%
<b>Mar</b>	1.038	4,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>TOTAL</b>	25.013	100%	8,9%	5,1%	7,6%	19,8%

\*Valores referem-se a relação da área de ocorrência de mudanças pela área total da região.

A Figuras 2.8 qualificam as mudanças ocorridas por região em cada período estudado. Na região das sedes urbana (Figura 2.8A), a transição mais frequente foi a passagem da classe Natural para a classe Urbana, havendo um decréscimo desta transição ao longo do tempo. Entre 1985 e 1994 a transição foi de 13% (165 ha), entre 1994 e 2004, 9% (110ha) e entre 2004 e 2014, 5% (67ha). Neste último período, a quantidade de mudança da classe Uso Rural para Urbana voltou a subir, totalizando 3% (41ha). Na região dos loteamentos litorâneos (Figura 2.8B), a maior transição registrada ao longo de todo o período estudado

também ocorreu da classe Natural para a classe Urbana, apesar disso a classe Natural se manteve como predominante na região, reduzindo de 96% (3.064ha) em 1985 para 66% (2.106ha) em 2014, enquanto a classe Urbana cresceu de 1% (29ha) em 1985 para 27% (876 ha) em 2014.

Figura 2.8 - Transições da cobertura da terra entre as classes Água, Natural, Uso Rural e Urbana nas regiões de padrão de ocupação: A) Sedes Urbanas; B) Loteamentos Litorâneos; C) Rural grandes propriedades; D) Rural pequenas propriedades; E) Rizicultura e F) Lagoa entre as classificações das imagens dos anos 1985, 1994, 2004 e 2014. (O quadro superior indica a legenda para leitura dos quadros regionais).

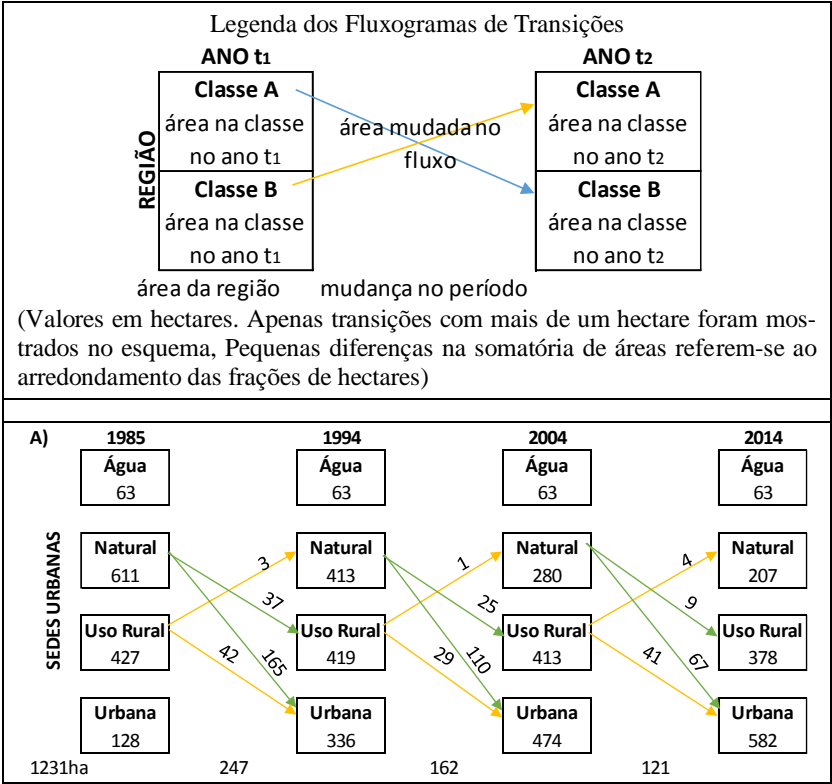




Figura 2.8 - Continuação

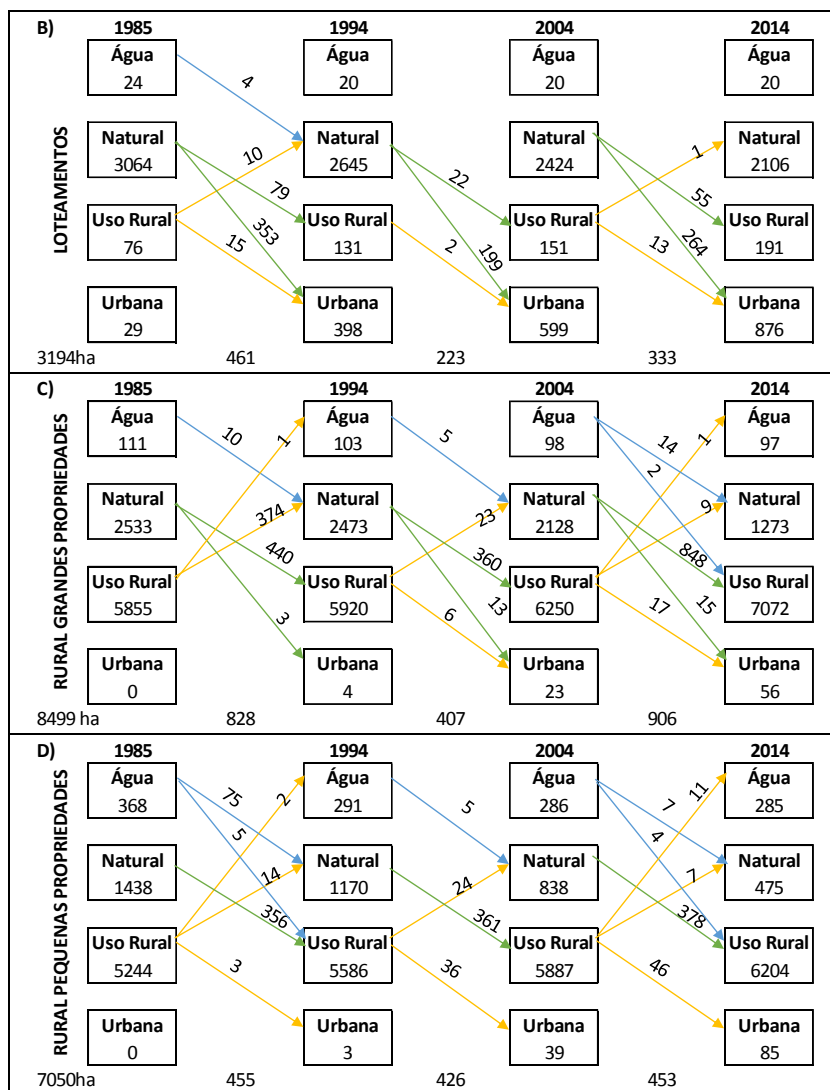
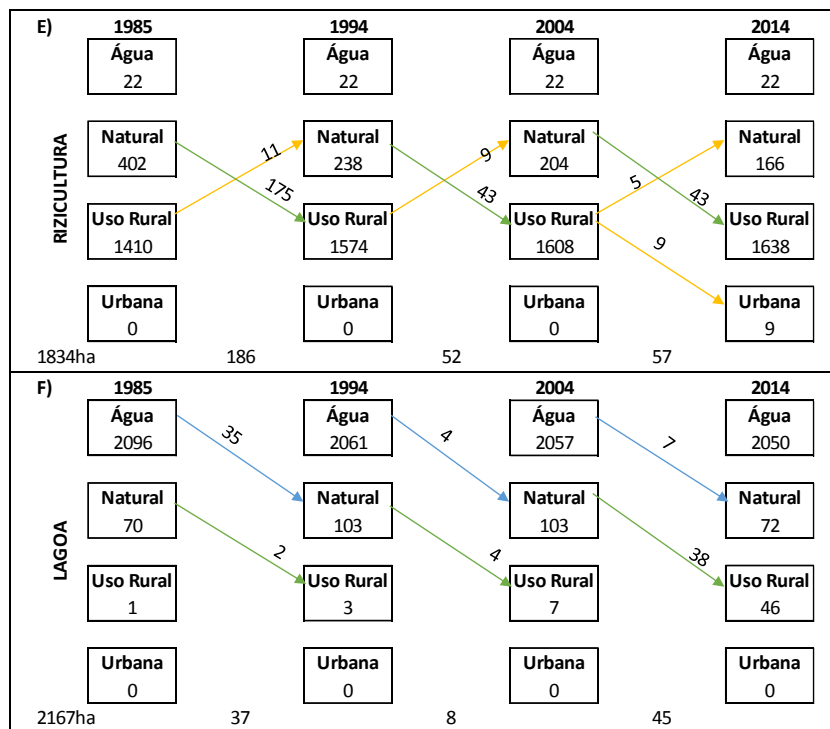


Figura 2.8 - Continuação



Em todos os períodos, na região de predomínio das grandes propriedades rurais (Figura 2.8C), a transição mais frequente ocorreu da classe Natural para a classe Uso Rural. Destacou-se que 4% (374ha) da região passaram da classe Uso Rural para a classe Natural entre 1985 e 1994. Este período coincide com a aquisição das propriedades pela empresa FlorSul, interrompendo as atividades pecuárias e promovendo a drenagem das áreas de banhados para possibilitar o plantio de pinus. Nota-se ainda uma crescente urbanização às margens desta região, com 56ha de classe Urbana em 2014 provenientes tanto da classe de Uso Rural, como da classe Natural. Na região das pequenas propriedades rurais (Figura 2.8D) a transição mais frequente também foi da classe Natural para a classe Uso Rural com 5% da área total mudada em cada período, de forma muito constante (356ha entre 1985 e 1994, 361ha entre 1994 e 2004 e 378ha entre 2004 e 2014). Destaca-se que, em 2014,

85ha de classe Urbana foram registrados nessa região, compostas de núcleos (vilas e comunidades) esparsos oriundos exclusivamente de transições da classe Uso Rural.

Na região de predomínio das fazendas de rizicultura (Figura 2.8E) foi bem característica a transformação da classe Natural para a classe Uso Rural, restando, em 2014, apenas 9% (166ha) remanescentes da classe Natural. Observa-se a formação de um núcleo urbano com 9ha entre 2004 e 2014. Na região das Lagoas do Sombrio e Caverá (Figura 2.8F) foi possível observar algumas pequenas mudanças em suas margens, onde 35ha sofreram transição da classe Água para classe Natural no período 1985-1994 e 38ha da classe Natural para Uso Rural no período 2004-2014.

## 2.4 DISCUSSÃO

O intervalo temporal de 30 anos, foi escolhido por existir a disponibilidade de série de imagens LandSat com resolução espacial de 30 metros e por ser considerado suficiente para mostrar os efeitos da expansão da urbanização sobre as outras classes de uso já que até o ano de 1978 a área de estudo possuía menos de 500 edificações (contadas visualmente sobre aerofotografias cedidas pelo DNPM) e, segundo dados censitários, no ano 2000 haviam 2.912 domicílios e em 2010 haviam 5.038 domicílios (IBGE, 2010). Para o entendimento da origem da formação da estrutura da ocupação rural, o intervalo temporal utilizado se mostra insuficiente já que o uso rural da região remonta a primeira metade do século XX, no entanto, o intervalo foi considerado suficiente para a compreensão da dinâmica recente do uso da terra rural e das transições das áreas naturais.

Com relação a escolha do método de classificação, na última década o método OBIA se difundiu no processamento digital de imagens. Blaschke (2010) cita diversos trabalhos que destacam as vantagens deste método para classificação de imagens de alta resolução espacial, onde a combinação de segmentação em objetos, a classificação por vizinho mais próximo e a maior interação do intérprete, definindo os parâmetros de diferenciação de classes, podem aumentar consideravelmente a precisão da classificação (PLATT; RAPOZA, 2008). Para imagens de média resolução espacial a precisão do método OBIA para métodos baseados em pixel não são tão expressivas, porém reduzem o chamado efeito

"sal/pimenta"<sup>25</sup> e podem ser melhorados com inclusão de novos parâmetros na árvore de decisão. Análises comparativas da qualidade de classificações produzidas a partir dos diferentes métodos sejam Máxima Verossimilhança (MaxVer), Distância Mínima e OBIA para a área de estudo na imagem LandSat 8/OLI de 30/01/2014 mostraram que os métodos MaxVer e OBIA obtiveram resultados mais satisfatórios e que não houve diferença estatisticamente significativa entre eles. (COHENCA; CARVALHO, 2015).

Em se tratando da análise multitemporal, considerando os métodos possíveis sejam pós-classificação ou aritmética de bandas, ambos possuem vantagens e desvantagens. A principal desvantagem da análise multitemporal pós-classificação diz respeito à validação dos mapas de mudanças, pois, em teoria, a exatidão do mapa final é o resultado da multiplicação da exatidão global de cada uma das classificações, ou seja, os erros de classificação ocorridos em cada mapa é propagado ao mapa final de mudanças de cobertura (SINGH, 1989; YUAN et al., 2005). As técnicas de aritmética de bandas, por sua vez, podem ocasionar erros por imprecisão das correções radiométrica e atmosférica das imagens, diferença na incidência solar na ocasião do imageamento e imprecisões ocasionadas por uso de sensores distintos, além das diferenças relacionadas à fenologia da vegetação, já que as imagens são obtidas em períodos distintos. Outra relevante desvantagem das técnicas que envolvem comparação matricial de imagens é que estas detectam áreas de mudança e não mudança, havendo necessidade de outra classificação para qualificá-las entendendo quais mudanças ocorreram (MUNDIA, 2005; YUAN et al., 2005). Por outro lado, a principal vantagem no método pós-classificação é justamente a possibilidade de aprofundamento na análise dos dados, pois para cada cena é gerada a totalidade da classificação da cobertura da terra e, após a comparação multitemporal, já são derivadas a qualificação das transições detectadas (MUNDIA, 2005).

Apesar da possibilidade de realização de distintos recortes territoriais tanto na escolha da área estudada quanto na subdivisão interna dos municípios escolhidos, o recorte escolhido forneceu uma possibilidade de análise da questão da ocupação do litoral sul catarinense de forma aprofundada na localização, dinâmica e motivadores das mudanças de uso da terra.

---

<sup>25</sup> O termo "salt and pepper effects" é utilizado na literatura para se referir a pixels classificados diferentemente de seus vizinhos sendo considerados ruídos da classificação, geralmente resultantes de pixels contendo um mosaico de cobertura da terra.

Na análise multitemporal destacam-se os dados que evidenciaram as mudanças sofridas nas áreas naturais (Tabela 2.10).

Tabela 2.10 - Destaques das mudanças sofridas nas áreas naturais extraídas na análise multitemporal.

Mudanças que resultaram em redução de áreas naturais (1985-2014).	83%
Mudanças que resultaram em redução de áreas naturais na região das grandes propriedades rurais (1985-2014).	27%
Proporção de áreas naturais nas pequenas propriedades rurais no ano de 2014.	7%
Proporção de áreas naturais estão na região dos loteamentos em 2014.	49%
Proporção de mudanças que resultaram em classe urbana e que ocorreram sobre áreas naturais (1985-2014).	82%
Proporção de mudanças que resultaram em classe urbana e que ocorreram sobre áreas naturais na região dos loteamentos.	58%
Proporção das mudanças que resultaram em regeneração (1985-2014).	12%

A principal mudança registrada em todo período observado se deu pela redução das áreas naturais (83% de todas as mudanças detectadas entre 1985 e 2014) principalmente em função da expansão das atividades rurais, particularmente o plantio de espécies madeireiras exóticas, pastagens e agricultura (61% das mudanças). Em números absolutos a diminuição das áreas naturais ocorridas na região das grandes propriedades rurais foi a mais expressiva com um total de 1.300ha convertidos para uso rural e 36 ha convertidos em uso urbano, o que correspondeu a 27% de todas as mudanças detectadas nas três décadas. Em 2014 apenas 15% desta região permanece coberta por ecossistemas nativos que chegou a abranger 29% da região em 1985.

Acerca das mudanças relativas ao uso urbano, transição que apresentou as maiores taxas no período estudado, foi possível constatar que 82% da transição para uso urbano ocorreu sobre os ecossistemas naturais, enquanto 18% ocorreu sobre áreas de uso rural. A região dos lote-

amentos litorâneos foi a que mais contribuiu com os índices de urbanização concentrando 58% desta transição, enquanto a atual região das sedes urbanas dos municípios contribuiu com 31% do crescimento desta classe. O período de maior urbanização relativa corresponde ao período de emancipação dos municípios<sup>26</sup>, havendo uma redução da taxa de crescimento da urbanização nos períodos seguintes. Em 2014, 49% dos ecossistemas nativos remanescentes dos municípios estavam localizados nos loteamentos litorâneos. Sua distribuição na área de estudo ainda apresenta grandes áreas contíguas.

Em se tratando das mudanças ocorridas na região de predomínio das pequenas propriedades rurais, a redução da classe Natural correspondeu a 19% das mudanças ao longo das três décadas. Em 2014 apenas 7% desta região permanecia recoberta pela classe natural enquanto em 1985 essa classe abrangia 20% da região. Na região de predomínio das fazendas de rizicultura, a dinâmica foi parecida, foi possível observar uma redução mais acentuada da classe Natural entre 1985 e 1994 e uma diminuição na quantidade desta transição nos períodos seguintes resultando na existência de apenas 9% de área com cobertura de ecossistemas nativos em 2014.

A formação de áreas naturais correspondeu a 12% das mudanças observadas nos três períodos, o que merece destaque por ser uma transição incomum que ocorreu devido a regeneração da vegetação nativa em áreas de uso rural ou pelo crescimento de vegetação nativa sobre lagoas. Identificou-se que na região das lagoas e das pequenas propriedades rurais tais transições ocorreram principalmente pela proibição de drenagem do leito dos canais de escoamento das lagoas do Caverá e do Sombrio permitindo a regeneração da vegetação às margens desses cursos d'água e consequentemente aumentando a classe Natural sobre a classe Água. Pelo mesmo motivo, áreas que eram utilizadas para lavoura periódica em função de alagamentos sazonais deixaram de ser interessantes para agricultura pois passaram a sofrer alagamento excessivo. A partir da década de 2000 estas áreas passam a ser utilizadas como pastagens extensivas, sazonais, sobre vegetação nativa, voltando a pertencer a classe Uso Rural.

Na região das grandes propriedades rurais, a regeneração possivelmente ocorreu em função do processo de instalação de uma empresa de reflorestamento a qual adquiriu mais da metade da área nesta região dos agricultores. Anteriormente à aquisição, os terrenos de solos areno-

---

<sup>26</sup> A emancipação de Passo de Torres ocorreu em 1991 e de Balneário Gai-vota em 1995.

sos e alagadiços possuíam pouca serventia, recobertos de vegetação nativa, lagoas, banhados ou destinados à pecuária extensiva, tiveram que ser preparados ao plantio do *Pinus*: O gado foi retirado e construíram-se canais para drenagem dos banhados. Isso permitiu tanto a recuperação da vegetação nativa nas dunas, quanto o crescimento de vegetação sobre a área das pequenas lagoas drenadas observada no período entre 1985 e 1994. Posteriormente, no entanto, a maior parte destas áreas foram suprimidas e utilizadas para plantio de *Pinus*, transição observável na comparação entre 1994 e 2004.

## 2.5 CONCLUSÃO

Apesar de existirem diversas técnicas de detecção de mudanças, a escolha da comparação multitemporal de vetores resultantes da classificação por OBIA permitiu quantificar e qualificar as alterações na cobertura da terra, subsidiando a reconstrução histórica do uso da terra e possibilitando a interpretação dos motivadores dessas mudanças. Isto evidencia o importante papel que as informações oriundas de sensoriamento remoto têm na quantificação, localização e compreensão das mudanças de uso e cobertura da terra, informação essencial para o planejamento urbano, rural e ambiental.

A baixa representatividade dos remanescentes de ecossistemas nativos identificados e a velocidade de perda desses ambientes ao longo das três décadas é a primeira questão que merece destaque pois a busca pela reversão deste processo vem sendo discutida em esferas governamentais. No entanto, muitos impasses e conflitos de interesses entre órgãos ambientais federais, governo estadual e governos municipais, além dos interesses privados diretos, vêm impedindo resultados mais efetivos.

As exigências legais de manutenção e recuperação de Reserva Legal e de recuperação de Área de Preservação Permanente perderam força a partir da promulgação do novo código florestal em 2012 (Lei Federal 12.651/2012). As propriedades com até quatro módulos fiscais (correspondente a 80 ha nos municípios de Balneário Gaivota e Passo de Torres) foram desoneradas de recuperar sua área de reserva legal e propriedades com até 1 módulo fiscal (20 ha) apenas necessitariam recuperar cinco metros de área de preservação permanente no entorno de rios e lagoas. As grandes propriedades (acima de quatro módulos fiscais) deveriam manter reserva legal de 20% da área e todas as propriedades e áreas urbanas deveriam manter dunas e nascentes como área de preservação permanente.

No entanto, além da fiscalização de novas conversões e de cobrança das exigências legais de reserva legal e áreas de preservação permanentes, novos mecanismos legislativos, políticos e econômicos devem ser trabalhados para reversão do quadro de acelerada perda de ecossistemas nativos.

A rápida expansão urbana na região dos loteamentos litorâneos é o segundo aspecto observado que merece destaque. Por ser um processo que ocorre prioritariamente sobre vegetação nativa e sobre as áreas de preservação permanente de dunas e banhados, o processo potencializa a problemática da perda de ecossistemas nativos. Adicionalmente, a dificuldade dos municípios em manter o ordenamento urbano e eficientes serviços públicos de coleta de lixo, limpeza urbana e limpeza de praias, fomenta a perda de qualidade ambiental. A questão da poluição hídrica no mar e nas águas superficiais, já pode ser contabilizada através do histórico de balneabilidade das praias divulgado pela Fundação de Meio Ambiente (FATMA) indicou que entre Janeiro/2012 e Junho/2015 houve condição imprópria de balneabilidade em 47% das coletas realizadas nas praias de Passo de Torres e Balneário Gaivota (FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

Neste contexto, os resultados desse estudo podem ser aplicados à compreensão, em maior escala, dos processos em outras regiões do litoral sul de Santa Catarina. Desde o município de Jaguaruna até Passo de Torres, apesar de algumas diferenças como a existência da unidade de conservação federal APA Baleia Franca e presença de municípios com faixa litorânea mais urbanizada, em linhas gerais, tanto os aspectos biofísicos (relevô, formação geológica e ecossistemas nativos) quanto os aspectos de organização espacial (mosaico de pequenas e grandes propriedades rurais interiorizadas e de loteamentos litorâneos com rápido crescimento urbano e seus problemas associados) são semelhantes.



## 2.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASMUS, M.L.; KITZMANN, D.I.S.; LAYDNER, C. **Gestão Costeira no Brasil. Estado atual e perspectivas**. Montevideo: Ecoplata, 2004. 63 p. Disponível em: <[http://www.ecoplata.org/wpcontent/files\\_mf/estudiosinopticogestioncosteraenbrasil.pdf](http://www.ecoplata.org/wpcontent/files_mf/estudiosinopticogestioncosteraenbrasil.pdf)>. Acesso em: 05/10/2013.

BENZ, U.C.; HOFMANN, P.; WILLHAUCK, G.; LINGENFELDER, I.; HEYNEN, M. Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 58, n. 3, p. 239-258, 2004.

BLACHSKE, T.; LANG, S.; LORUP, E. STROBL, J.; ZEIL, P. Object-Oriented Image Processing in an Integrated GIS/Remote Sensing Environment and Perspectives for Environmental Applications. in: CREMERS, A.; GREVE, K. (eds.). **Environmental Information for Planning, Politics and the Public**. Marburg: Metropolis Verlag, 2000. v.2, p. 555 - 570.

BLASCHKE, T. Object based image analysis for remote sensing. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 65, n. 1, p. 2-16, 2010.

BRASIL. Lei n 12.651 de 25 de maio de 2012. Novo Código Florestal.

COHENCA, D.; CARVALHO, R. Comparação de métodos de classificação OBIA, Máxima Verossimilhança e Distância Mínima em imagem OLI/Landsat-8 em área de alta diversidade de uso do solo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XVII, 2015, João Pessoa. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015. p. 1035-1042.

COLDITZ, R.R.; SCHMIDT, M.; CONRAD, C.; HANSEN, M.C.; DECH, S.S. Land cover classification with coarse spatial resolution data to derive continuous and discrete maps for complex regions. **Remote Sensing of Environment**, v. 115, n. 12, p. 53264-53275, 2011.

CONAMA. Resolução Nº 261 de 30 de junho de 1999. Aprova parâmetro básico para análise dos estágios sucessivos de vegetação de restinga para o Estado de Santa Catarina. **Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA**, Brasília: DOU, nº 146, 02/08/1999. 1999. p. 29-31.

CONGALTON, R.; GREEN, K. **Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data - Principles and Practices**. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2009. 183p.

DARWISH, A.; LEUKERT, K.; REINHARDT, W. Image segmentation for the purpose of object-based classification. **International Geoscience and Remote Sensing Symposium**, v. 3, p. III: 2039-2041, 2003.

DIEH, F.L.; HORN FILHO, N.O. Compartimentação geológico-geomorfológica da zona litorânea e planície costeira do estado de Santa Catarina. **Notas Técnicas**, v. 9, p. 39-50, 1996.

ESCH, T.; THIEL, M.; BOCK, M.; ROTH, A.; DECH, S. Improvement of image segmentation accuracy based on multiscale optimization procedure. **Geoscience and Remote Sensing Letters, IEEE**, v. 5, n. 3, p. 463-467, 2008.

EVANS, T. L.; COSTA, M.; TELMER, K.; SILVA, T. S. Using ALOS/PALSAR and RADARSAT-2 to map land cover and seasonal inundation in the Brazilian Pantanal. **Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, IEEE Journal of**, v. 3, n. 4, p. 560-575, 2010.

FALKENBERG, D.B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, sul do Brasil. **Insula**, Florianópolis, n. 28, p. 1-30, 1999.

FRANCISCO, C.N.; ALMEIDA, C.M. Interpretação de imagens orbitais por meio de sistema especialista para mapeamento e cobertura da terra em região montanhosa. **Sociedade e Natureza**, v. 24, n. 2, p. 283-302, 2012.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE. **Balneabilidade do litoral catarinense**. Disponível em: <[http://www.fatma.sc.gov.br/laboratorio/dlg\\_balneabilidade2.php](http://www.fatma.sc.gov.br/laboratorio/dlg_balneabilidade2.php)> Acesso em: 15 out. 2015.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>> Acesso em: 12/11/2014.

KORTING, T.S.; FONSECA, L.M.G.; CASTEJON, E.F.; NAMIKAWA, L.M. Improvements in sample selection methods for image classification. **Remote Sensing**, v. 6, n. 8, p. 7580-7591, 2014.

LAMBIN, E.F.; GEIST, H.J.; LEPERS, E. Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. **Annual review of environment and resources**, v. 28, n. 1, p. 205-241, 2003.

LU, D.; HETRICK, S.; MORAN, E. Land cover classification in a complex urban-rural landscape with QuickBird imagery. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 76, n. 10, p. 1159-1168, 2010.

LU, D.; WENG, Q. A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. **International Journal of Remote Sensing**, v. 28, n. 5, p. 823-870, 2007.

MENESES, P.R. Sensores imageadores multiespectrais na faixa óptica (0,45 - 2,5  $\mu\text{m}$ ). in: MENESES, P.R.; ALMEIDA, T. (Orgs.). **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: UnB, 2012. Cap. 2. p. 34-46.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Projeto Orla**: Fundamentos para gestão integrada. Brasília, 2002. 78 p.

MORAES, A.C.R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil**: elementos para uma geografia do litoral brasileiro. São Paulo: Annablume, 2007.

MOREIRA, M.A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2ª ed. Viçosa: UFV, 2005. 307 p.

MORISSETTE, J.T.; KHORRAM, S. Accuracy assessment curves for satellite-based change detection. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 66, n. 7, p. 875-880, 2000.

MUNDIA, C.N.; ANIYA, M. Analysis of land use/cover changes and urban expansion of Nairobi city using remote sensing and GIS. **International Journal of Remote Sensing**, v. 26, n. 13, p. 2831-2849, 2005.

PLATT, R.V.; RAPOZA, L. An evaluation of an object-oriented paradigm for land use/land cover classification. **The Professional Geographer**, v. 60, n. 1, p. 87-100, 2008.

RICHARDS, J.A.; JIA, X. **Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction**. 4 ed. Berlim: Springer, 2006.

ROZENSTEIN, O.; KARNIELI, A. Comparison of methods for land-use classification incorporating remote sensing and GIS inputs. **Applied Geography**, v. 31, n. 2, p. 533- 544, 2011.

SINGH, A. Review article digital change detection techniques using remotely-sensed data. **International journal of remote sensing**, v. 10, n. 6, p. 989-1003, 1989.

YUAN, F.; SAWAYA, K.E.; LOEFFELHOLZ, B.C.; BAUER, M.E. Land cover classification and change analysis of the Twin Cities (Minnesota) Metropolitan Area by multitemporal Landsat remote sensing. **Remote Sensing of Environment**, v. 98, n. 2, p. 317-328, 2005.

## **CAPÍTULO 3.**

### **MODELAGEM DE USO E COBERTURA DA TERRA NO LITORAL DE SANTA CATARINA: UM POTENCIAL NA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PARA CONSERVAÇÃO.**

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

Há quase duas décadas sendo empregadas na análise das mudanças de uso e cobertura da terra, as ferramentas de modelagem permitem representar artificialmente interações em um sistema de uso, possibilitando explorar dinâmicas e desenvolvimentos futuros do sistema (BRIASSOULIS 2000; VERBURG, 2014). As ferramentas de modelagem possibilitam também identificar lacunas de conhecimento, testar a sensibilidade dos padrões de uso com respeito a variáveis específicas e a estabilidade dos sistemas em se tratando da conexão entre processos ambientais e sociais (VELDKAMP; LAMBIN, 2001; VERBURG et al., 2006). A análise das causas e consequências que implicam em mudanças no uso da terra possibilita entender as dinâmicas e projetar cenários potenciais (VELDKAMP; LAMBIN, 2001; VERBURG et al., 2004).

Os modelos espacialmente explícitos têm sido os mais utilizados na investigação de mudanças de uso da terra por permitirem representar processos espacialmente, utilizando entidades espaciais em estruturas vetoriais e matriciais. Além de explorar variações espaciais e temporais das mudanças de uso da terra, do ambiente físico e de aspectos sociais (BRIASSOULIS, 2000; VERBURG et al., 2004).

Devido à ampla disponibilização de dados de sensoriamento remoto e desenvolvimento e popularização de plataformas de geoprocessamento, esta área ganhou impulso nas últimas décadas, permitindo tornar os modelos dinâmicos mais sofisticados pela implementação de abordagens que utilizam autômatos celulares, lógica fuzzy e inteligência artificial, como redes neurais, sistemas multi-agentes e algoritmos genéticos (DE LIMA et al., 2013). Da mesma forma, ferramentas estatísticas de regressão multivariada, combinadas com técnicas de modelagem espacialmente explícita, também têm sido empregadas para ponderar a influência de diferentes vetores nas mudanças espaço temporais de uso e cobertura.

De acordo com Lehmann; Overton; Austin (2002), um modelo não deve ser apenas preciso, mas sensível, significativo e interpretável, e ainda generalista, passível de aplicação em outros locais e tempos, não se restringindo apenas ao local e período de sua calibração. Os dados de

entrada devem ser refinados, provenientes de bases empíricas ou fontes secundárias fidedignas, pois assim resultarão em um modelo com capacidade de refletir as tendências de cenários. Finalmente, o modelo com estrutura espacial terá capacidade de ser espacialmente explícito na resposta à alocação das mudanças e capacidade de uso dos resultados. A partir da integração dos vetores que interferem na mudança do uso e cobertura da terra, constroem-se mapas de tendências de cenários com a probabilidade de cada região sofrer uma transição de uso no decorrer do tempo (VELDKAMP; LAMBIN, 2001).

Na modelagem espacialmente explícita dois aspectos importantes são a escala e a extensão do objeto de estudo, tanto espacial quanto temporal. A escala pode ser definida como a dimensão espacial, temporal, quantitativa ou analítica utilizada para medir e estudar qualquer fenômeno. A extensão é a abrangência espacial, temporal, quantitativa ou analítica utilizada no estudo (GIBSON; OSTROM; AHN, 2000). A escolha da escala e extensão tendem a interferir nos resultados, pois amplificam ou reduzem a diversidade dos fenômenos estudados (VELDKAMP; LAMBIN, 2001). Como consequência, as análises posteriores em outras dimensões espaço-temporais, seja agregando ("*upscale*") ou desagregando ("*downscale*") os resultados da análises, devem ser cautelosas e considerar as limitações destes procedimentos (BURT, 2009).

Em se tratando das políticas públicas de desenvolvimento urbano e rural, os modelos espacialmente explícitos vêm ganhando importância como ferramenta útil na definição de estratégias de conservação, prevenção de impactos ambientais, identificação de padrões espaciais de ocupação, medição de impactos, regulação de uso e zoneamento, dentre outras aplicações (CHO; NEWMAN, 2005).

A ocupação recente do litoral do Brasil e, em particular, do estado de Santa Catarina tem exercido crescente pressão sobre os ambientes naturais, como resultado dos processos de urbanização e intensificação das atividades agrícolas (ASMUS; KITZMANN; LAYDNER, 2004; MMA, 2002; MORAES, 2007).

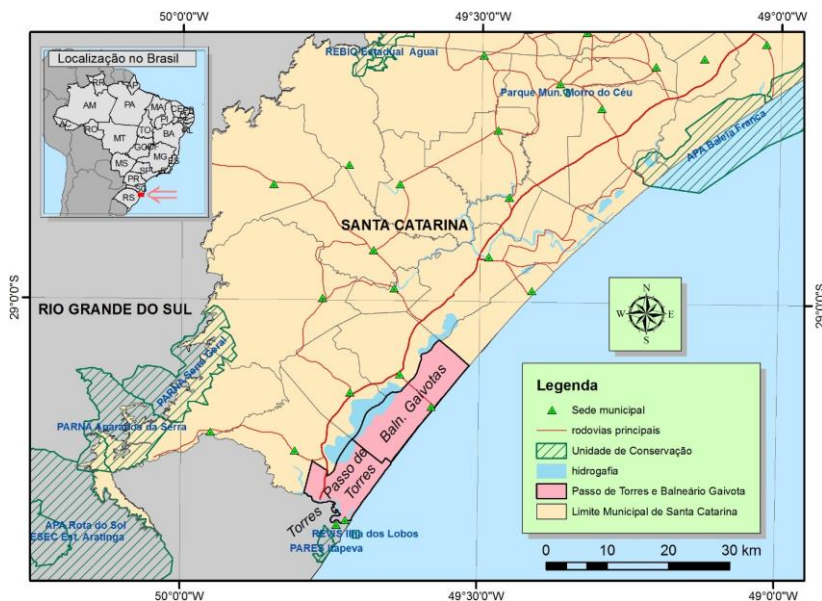
Neste contexto, através de uma abordagem integrada que combina sistema de informações geográficas e ferramentas de análise espacial em modelos espacialmente explícitos, o objetivo deste trabalho foi analisar os vetores que impulsionaram processos de mudança de uso da terra com respeito à quantidade, tipo e alocação das mudanças; elaborar cenários para um intervalo temporal de 30 anos; e identificar áreas com potencial de conservação, considerando a tendência de permanecerem como ambientes naturais.

### 3.2 MÉTODOS

#### 3.2.1 Área de Estudo.

Como área de estudo foram selecionados Passo de Torres e Balneário Gaivota, dois municípios da zona costeira sul de Santa Catarina, com área total de 25.030ha (Figura 1). Além de áreas nativas com restingas, banhados, lagoas, praias e dunas, estes municípios se caracterizam por uma grande complexidade de usos da terra, possuindo agricultura familiar diversificada, monocultura de espécies madeireiras, fazendas de arroz e de gado, pastagens sobre campos nativos e áreas em vários estágios de urbanização. Apesar da existência de uma proposta de criação de uma Área de Proteção Ambiental abrangendo as lagoas do Sombrio e Caverá, não há unidades de conservação na área de estudo (BURGER, 1999; SOCIOAMBIENTAL, 2006).

Figura 3.1 - Municípios de Balneário Gaivota e Passo de Torres, estado de Santa Catarina, Brasil.



Elaboração: Daniel Cohenca, 2015.

A principal atividade econômica de ambos os municípios é o turismo, que, nas últimas duas décadas impulsionou o crescimento urbano,

principalmente pelo aumento de casas de veraneio. Dados do censo demográfico mostram aumentos no número de habitantes e domicílios particulares de 51% e 73% respectivamente entre os anos 2000 e 2010 (Tabela 3.1) (IBGE, 2014a; IBGE, 2014b).

Tabela 3.1 - Dados demográficos dos municípios de Balneário Gaivota e Passo de Torres.

	<b>Passo de Torres</b>	<b>Balneário Gaivota</b>	<b>TOTAL</b>
População em 2000	4.400	5.450	9.850
População em 2010	6.627	8.234	14.861
Taxa de crescimento populacional	51%	51%	51%
Domicílios em 2000	1.278	1.634	2.912
Domicílios em 2010	2.145	2.893	5.038
Taxa de crescimento do n° de dom.	68%	77%	73%

Fonte: IBGE, 2014a e IBGE, 2014b.

Toda a extensão da faixa litorânea dos dois municípios (de 1 a 2 quilômetros da linha de costa) são definidos pelas prefeituras como zona urbana (cerca de 17,4% do total da área de estudo). Em 2014, segundo levantamento efetuado junto as prefeituras municipais, existiam 2.585ha em loteamentos ao longo dos 33 quilômetros lineares de costa. Registrados em cartório 59.529 lotes de 280 a 360 m<sup>2</sup> (principalmente entre as décadas de 70 e 80), todos sem licenciamento ambiental<sup>27</sup> Observa-se nas plantas dos loteamentos a quase inexistência da previsão de praças e áreas verdes e a inobservância de pequenas lagoas e das dunas como áreas de preservação permanentes não loteáveis e não edificantes.

Apesar de registrados, grande parte dos loteamentos não foram implantados e os lotes não estão ocupados, nem demarcados. Muitos loteamentos não possuem sequer arruamento, muitos estão situados

<sup>27</sup> A obrigatoriedade do licenciamento ambiental para projetos de loteamento foi instituído pelo Decreto Estadual nº 14.250, de 5 de junho de 1981 (SANTA CATARINA, 1981) e pela Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981). Portanto, até 1981, o licenciamento não era uma condição à aprovação dos projetos, porém, em loteamentos mais recentes, registrados posteriormente a lei, também não consta os processos de licenciamento ambiental a revelia da legislação.



sobre banhados, dunas e lagoas. A Figura 3.2 exemplifica este modelo com loteamento registrado em 1980, mas sem nenhum tipo de infraestrutura, não define áreas para espaços públicos ou áreas verdes e não considera as dunas e lagoas como áreas de preservação permanente.

Figura 3.2 - Mapa do loteamento Village Dunas II registrado em cartório em 24/07/1980 com 2.000 lotes de 288m<sup>2</sup> cada, que até 2014 não havia sido implantado, sobre imagem RapidEye de 10/12/2012.



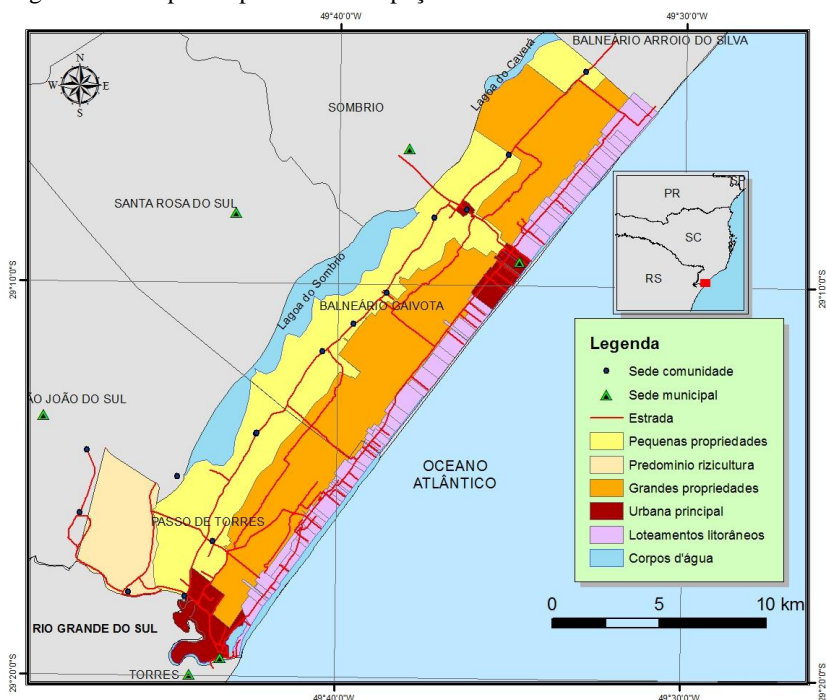
Fonte: Pref. Mun. Balneário Gaivota/SC

Diferentes padrões de ocupação tornaram possível uma regionalização da área de estudo (Figura 3.3). A área da sede dos municípios, abrange 4,8% da área total. A área dos loteamentos litorâneos engloba toda a extensão restante da orla (numa faixa de largura entre 1000 a 1500 metros), compreendendo 12,7% da área total.

Na área de predominância rural identificou-se três tipos básicos de padrões quais sejam: A área rural de predomínio das grandes propriedades de produção madeireira e pecuária, inclui quatro propriedades que englobam 35,1% da área de estudo. As propriedades de predomínio da rizicultura englobam 7,6% da área, e as pequenas propriedades de produção agropecuária diversificada englobam 29,1% da área. Enquanto

as duas primeiras caracterizam-se por uma estrutura fundiária estável com raras transferências de propriedades e mesmos limites há décadas, as pequenas propriedades caracterizam-se pelo adensamento de casas e subdivisão dos lotes por partilhas de herança e vendas de parcelas, muitas delas menores que o módulo rural da região<sup>28</sup>. Os grandes corpos d'água englobam 10,6% da área total, incluindo as lagoas do Caverá e do Sombrio, o Braço Morto do Rio Mampituba em Passo de Torres e a antepaia.

Figura 3.3 - Mapa dos padrões de ocupação na área de estudo.

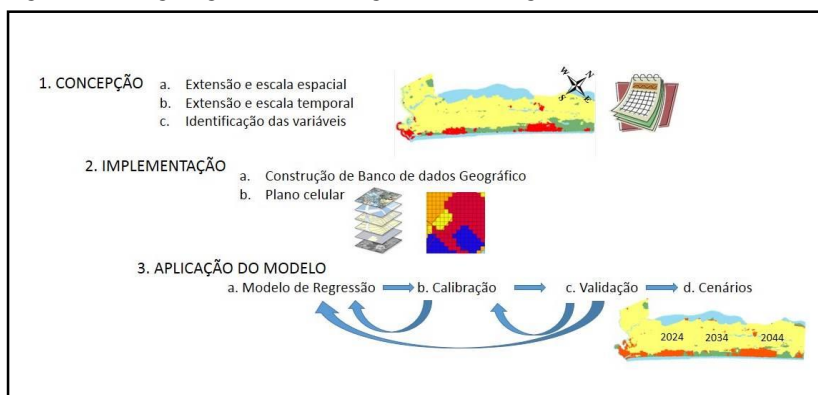


<sup>28</sup> Segundo entrevista realizada no cartório de Registro de Imóveis de Sombrio, o registro cartorial da subdivisão de lotes menor que o módulo rural da região de 12 ha é possível gravando na mesma matrícula todos os proprietários e seus percentuais do terreno, no entanto, sem que haja delimitação por georreferenciamento ou matrícula específica para cada parcela do imóvel.

### 3.2.2 Modelagem espacialmente explícita

A aplicação de ferramentas de modelagem espacialmente explícita foi desenvolvida seguindo as etapas de concepção do projeto, implementação, aplicação do modelo em dados históricos e simulação de cenários (Figura 3.4).

Figura 3.4 - Organograma metodológico na modelagem de cenários.



#### 3.2.2.1 Concepção

Na etapa de concepção primeiramente foram definidas as escalas e a extensão espaciais e temporais da modelagem, assim como as variáveis. Na extensão temporal, a escolha se deu em função da possibilidade de agrupar mudanças históricas, focando em fenômenos decenais, em detrimento da concentração em cenários históricos mais específicos. Desta forma, a extensão para análise do histórico de mudanças se concentrou nos últimos 20 anos e a simulação dos cenários foi elaborada para um horizonte de 30 anos. Esta extensão na simulação dos cenários assume a premissa de que tendências nas mudanças de uso da terra não são tão lineares e assim, quanto mais amplo o horizonte temporal de projeção do modelo, mais tendenciosos tornam-se os cenários simulados.

Na extensão espacial, os municípios de Passo de Torres e Balneário Gaivotas, por possuírem um baixo grau de ocupação comparativamente a outros municípios do litoral sul do estado (DOS SANTOS, 2008), permitem uma observação dos efeitos das mudanças recentes no

uso e cobertura da terra compatível com a disponibilidade de dados para a extensão temporal definida.

A escala espacial utilizada foi definida considerando a compatibilidade com os dados cartográficos. Porém, em se tratando da simulação de cenários, é importante uma certa degradação na resolução espacial, evitando que as mudanças projetadas apresentem-se extremamente específicas, consequentemente com menor chances de acerto da alocação. Assim a escolha do tamanho das células<sup>29</sup> de um hectare (100mX100m) foi considerado compatível com a escala dos dados cartográficos, onde imagens com resolução de 30 metros foram utilizadas para extrair informação do uso da terra e imagens de alta resolução espacial (de até 2,5 metros) foram utilizadas para definir os demais vetores de mudança de uso da terra.

A escala temporal escolhida para a modelagem foi decenal. Na calibração o período foi 1994-2004, na validação 2004-2014 e na simulação de cenários o período de 2014 e 2044, com intervalos de 10 anos. Esta escala refletiu o tempo da manifestação dos processos motivadores de quantidade de mudança do uso da terra no passado.

No modelo de mudanças de uso da terra as variáveis dependentes (resposta) corresponderam as classes de uso da terra e as variáveis independentes (explicativas) corresponderam aos vetores que influenciam a mudança do uso da terra. Os dados de uso foram obtidos através da classificação orientada a objetos das imagens de órbita/ponto 220/080 dos sensores TM/LandSat5 de 18/07/1994 e de 14/08/2004 e OLI/LandSat8 de 30/01/2014 e pós-classificação baseada em imagens de alta resolução espacial (ver Capítulo 2). A tipologia de classificação incluiu inicialmente 11 classes de cobertura da terra, posteriormente agrupadas em quatro classes de uso<sup>30</sup>:

**Água** - A classe agrupou a classificação de "rios/lagoas" e "mar".

**Natural** - Esta classe de uso agrupou as classificações em dunas, restinga herbácea, restinga de banhados e restinga arbórea, podendo

---

<sup>29</sup> Célula é a menor unidade do espaço celular, este por sua vez é uma base de dados espaço-temporal que tem objetivo de agregar e homogeneizar informações provenientes de diferentes fontes, em formatos (vetoriais e matriciais) e escalas distintas. Este espaço celular servirá como base para atividades de modelagem (INPE/DPI, 2015).

<sup>30</sup> Os conceitos de uso e cobertura da terra são bem distintos, apesar de se entrelaçarem na prática. A cobertura da terra refere-se aos atributos biofísicos da superfície da terra, já o uso da terra refere-se aos objetivos humanos dados a estes atributos (LAMBIN et al., 2001).

conter fisionomias primárias ou secundárias. Em alguns casos as fisionomias eram muito alteradas em relação a sua forma nativa, mas, por estarem sem uso agropecuário, com vegetação típica de ambientes naturais e em processo de regeneração desses ambientes, incluíram-se nesta classe. Incluíram-se também os casos de alguns banhados que são usados como pastagem nativa para o gado em curtos períodos do ano, pois é comum na região os produtores soltarem o gado nas restingas e dunas.

**Uso Rural** - A classe de uso agrupou as coberturas onde predominam os usos agropecuários intensivos: cultivo agrícola, rizicultura de inundação, pastagem e cultivo de espécies madeireiras exóticas (*Pinus spp* e *Eucalyptus spp*);

**Urbana** - A classe envolveu apenas a classificação de urbano, neste contexto definido como agrupamento de residências que produz padrões texturais, espectrais e geométricos característicos nas imagens de satélite utilizadas na classificação. Em consequência deste padrão, além das áreas urbanizadas centrais dos municípios, também foram incluídos nesta classe as sedes das comunidades e os núcleos com concentração de domicílios nos loteamentos litorâneos.

Na escolha das variáveis independentes (explicativas) foi imprescindível a compreensão do histórico de ocupação com base em entrevistas, trabalhos de campo e revisão bibliográfica (ver Capítulo 1) (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 - Variáveis independentes (explicativas) utilizadas na modelagem espacialmente explícita.

<b>Sigla</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>
DIST_MAR	Distância ao mar. Medida a partir da linha da costa, foi considerada um elemento importante no processo histórico de ocupação da zona rural pois os terrenos próximos ao mar eram pouco férteis, arenosos ou alagadiços, sem potencial para produção agrícola. Posteriormente, essa proximidade passou a ser atrativa para o turismo e construções de estruturas para veraneio, tornando-se um fator importante na urbanização.	metros
DIST_ESTR	Distância às estradas principais. A proximidade das estradas é um fator explicativo da ocupação, tanto urbana quanto rural, pois os agentes priorizaram áreas de acesso facilitado, seja para escoamento de produtos, aporte de mão de obra ou acesso às construções urbanas.	metros
ARR_NEIGH	Densidade da malha viária. Cálculo da metragem de malha viária existente num raio de 200 metros em torno das células. Além de proximidade a estradas, a densidade de malha viária foi considerado indicativo do grau de urbanização, influenciando na escolha do espaço para novas construções urbanas.	metros
GR_IMPL	Grau de implantação dos loteamentos. Variável discreta onde cada loteamento litorâneo recebeu um valor entre 0 e 5, de acordo com existência de registro do parcelamento do solo, infraestrutura de arruamento, rede de luz e coleta de resíduos, existência de comércio local e densidade de domicílios. A urbanização é um fator explicativo de ocupação pois, prioritariamente, a escolha dos agentes se dá por lotes em áreas de maior urbanização em detrimento das áreas pioneiras, mesmo que os primeiros tenham preços mais elevados.	Valor atribuído de 0 a 5

Tabela 3.2 - Continuação

HAB_KM2 e	Densidade populacional. Dados do Censo 2000 por setor censitário para os anos de 1994 e 2004, e do Censo 2010 para o ano de 2014.	habitantes por km <sup>2</sup> e
DOM_KM2	Densidade de domicílios. Dados do Censo 2000 por setor censitário para os anos de 1994 e 2004, e do Censo 2010 para o ano de 2014.  As variáveis densidade populacional e densidade de domicílios são parecidas, porém a concentração de domicílios de veraneio em locais específicos altera a relação entre densidades de domicílios e populacional. Dada a alta correlação entre estas variáveis as duas variáveis não foram utilizadas juntas na construção do modelo. Neste caso, o critério de escolha foi o melhor ajuste da regressão.	domicílios por km <sup>2</sup>
DIST_SEDE	Distância aos centros de Passo de Torres e Balneário Gaivota. Este vetor sintetiza a influência da proximidade aos mercados consumidores e as facilidades urbanas que são fatores que influenciam a decisão dos agentes na escolha de moradia, ocupação e uso da terra tanto rural quanto urbana.	metros
DIST_CDD	Distância ao núcleo de 14 comunidades rurais. O núcleo das comunidades rurais possuem serviços como escola, igreja, área de lazer, pequeno comércio e transporte que são atrativos para o uso e escolha de terrenos na área rural.	metros
DIST_URB	Distância às manchas urbanas consolidadas. Tal qual a distância à sede e a distância à comunidade, esta variável, reflete a tendência de concentração das novas ocupações urbanas em relação às ocupações já existentes.	metros

### 3.2.2.2 Implementação

Na fase de implementação foi construído o banco de dados geográfico e o preenchimento do espaço celular, utilizando-se o programa TerraView 4.2.2. A construção do banco de dados foi feita integrando-se as informações geográficas das variáveis dependentes e independentes. Posteriormente foi criado um espaço celular e realizado o preenchimen-

to de células, quantificando e distribuindo as variáveis sobre a área de trabalho (AGUIAR, 2006). Como resultado, um espaço celular com 25.644 células de um hectare foi gerado, onde cada célula continha os dados de classe de uso (variáveis dependentes) e dos vetores explicativos (variáveis independentes).

Os dados de classe de uso de cada imagem classificada foram distribuídos nas células utilizando-se o operador ‘classe majoritária’ do TerraView, que considera a classe de uso predominante em cada célula do plano.

Por sua vez, a espacialização dos dados de variáveis explicativas foi realizada com base em diversas fontes. Para estradas e manchas urbanas foram utilizadas aerofotografias (1996), imagens SPOT 5 (2005) (resolução espacial de 2,5m, cedidas pela Companhia de Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina - CODESC), imagens RapidEye de 10/12/2012 (resolução espacial de 5,0m, cedidas pelo Ministério do Meio Ambiente). Adicionalmente, foram utilizadas imagens do software Google Earth para dirimir eventuais dúvidas. Para arruamentos foram utilizados dados das prefeituras municipais e dados importados do sítio [openstreetmap.org](http://openstreetmap.org), complementados com identificação sobre imagens do *software* Google Earth. Para o grau de implantação dos loteamentos foram utilizados dados de campo e entrevistas. Para os dados de densidade populacional e de domicílios foram utilizados os dados dos Censos 2000 e 2010 por setor censitário<sup>31</sup>. (IBGE, 2014a; IBGE, 2014b)

No preenchimento das células as variáveis explicativas foram atribuídas para cada célula, utilizando-se o algoritmo de distância mínima nos caso das variáveis de distância e o algoritmo de valor majoritário para os casos das variáveis discretas. Para cada variável de distância, além do valor mensurado, foi testado aplicação do logaritmo base 10 para comparação de ajuste no modelo de regressão, considerando que nem sempre a relação linear é a que melhor traduz a explicação da variável (CHO; NEWMAN, 2005).

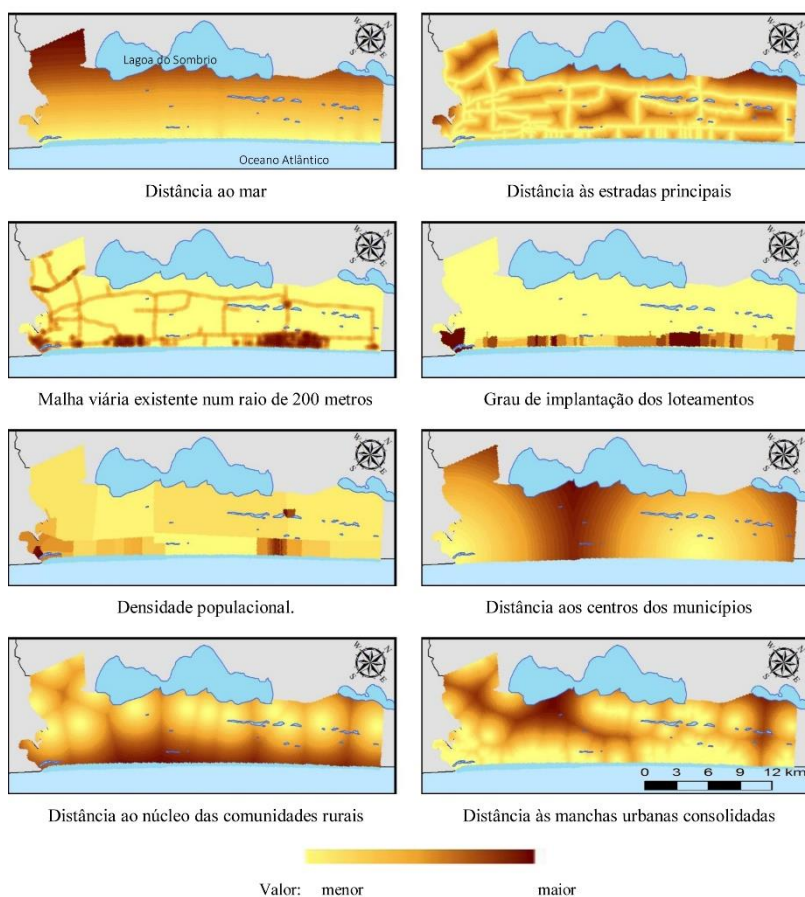
Os mapas da distribuição dos oito vetores de ocupação sobre a área de trabalho no espaço celular permitiu a espacialização da influência absoluta de cada vetor (Figura 3.5).

---

<sup>31</sup> Considerando que os setores censitários do IBGE não são os mesmos entre os de 2000 e 2010, alguns setores censitários foram reconstruídos para o ano de 2000 tendo como base o memorial descritivo dos mesmos disponibilizado pelo instituto.



Figura 3.5 - Mapas das distribuições da influência das variáveis explicativas no espaço celular. Quanto mais escuro maior é o valor absoluto do atributo na célula, escalas diferenciadas em função da variável.



### 3.2.2.3 Aplicação do modelo

Nesta etapa, foram efetuados os testes estatísticos para definir o melhor modelo de regressão para cada variável dependente e a aplicação de ferramentas de modelagem espacialmente explícita, utilizando-se o arcabouço de ferramentas de modelagem LuccME na construção do modelo e simulação de cenários.

O LuccME é uma ferramenta de modelagem espacialmente explícita de código aberto empregada na modelagem de mudança de uso

e cobertura da terra, desenvolvido pelo INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - como uma extensão do ambiente de modelagem TerraME, desenvolvido sobre a plataforma *TerraLib* (TERRAME, 2014).

Existe grande variedade de modelos de mudanças de uso da terra disponíveis que teriam o objetivo de simular a influência dos vetores socioeconômicos e biofísicos nas mudanças de uso da terra. Alguns destes são espacialmente explícitos, ou seja geram mapas de simulação das mudanças temporal e espacialmente (VERBURG et al. 2006). Muitos destes modelos são compostos por três componentes principais que se integram para gerar mapas espacialmente explícitos: A demanda, ou quantidade de mudança, o potencial de transição de cada célula (geralmente baseado em análises estatísticas) e o componente de alocação, que posiciona a transição de uso da terra em função do potencial de transição.

O modelo é aplicado em três etapas quais sejam calibração, validação e simulação de cenários e sua construção exige a determinação dos componentes de demanda, potencial, alocação e definição da matriz de transição<sup>32</sup>.

O componente de **demand**a (quantidade de mudança que ocorre em determinado tempo), nas fases de calibração e validação, foi calculada pela diferença constatada na classificação das imagens (1994-2004 na fase de calibração e 2004-2014 na fase de validação) e estimado o valor para a simulação de dois cenários futuros.

Para o componente de **potencial** (probabilidade de ocorrerem as mudanças a partir das variáveis explicativas) utilizou-se dos coeficientes da regressão logística multivariada e dos algoritmos *LogisticRegression* e *NeighAttractionLogisticRegression* do LuccME. Iniciou-se com uma matriz de correlação, construída e analisada para identificar a existência de multicolinearidade entre variáveis independentes. Havendo valores de correlação maior que 0,70, as variáveis foram separadas nos modelos de regressão, já que valores altos de correlação indicam variáveis com insuficiente separabilidade o que aumenta o erro padrão dos coeficientes  $\beta$  e consequentemente diminui a significância estatística destes coeficientes (ANSELIN, 2005; KUTNER et al., 2005). Para estas análises utilizou-se o programa computacional R.

Seguiu-se a análise estatística multivariada, que pode ser baseada na regressão linear, quando utilizados dados contínuos de classes de uso

---

<sup>32</sup> A matriz de transição indica quais as trajetórias de mudanças no uso da terra serão admitidas na modelagem.

da terra no espaço celular, (ou seja, quando em cada célula se calcula a proporção da presença de cada classe, utilizando-se neste caso células com maiores dimensões). Ou, no caso utilizado neste estudo, baseada na regressão logística multivariada que é aplicada para calcular as chances de ocorrência das transições entre as classes (variáveis dependentes) de forma binária, ou seja, quando cada célula pode assumir apenas uma classe de uso da terra, que é a classe majoritária presente naquela célula e sua transição é completa quando ultrapassa um limiar de potencial de mudança que é calculado através dos coeficientes da regressão logística dos diversos vetores de mudança (variáveis independentes) que incidem sobre aquela célula (LESSCHEN; VERBURG; STAAL, 2005).

Tal qual o modelo de regressão linear, o objetivo do método estatístico de regressão logística é encontrar o melhor modelo para descrever a relação entre variável resposta (ou variável dependente ou Y) e uma ou mais variáveis explicativas (ou variáveis independentes ou X). Ponderando a influência de cada variável independente na distribuição espacial da variável resposta. A regressão logística é utilizada quando temos uma variável resposta binária. Neste caso ao invés de calcular o valor de Y (caso da regressão linear) calculamos a chance de Y ser 0 ou 1 (no caso da modelagem do uso da terra, o potencial de uma célula pertencer a uma determinada classe em função dos valores das variáveis explicativas) (BEWICK; CHEEK; BALL, 2005; VITTINGOFF et al., 2005).

Essa estimativa tipicamente gera uma curva sigmoide. Ao aplicarmos o logaritmo neperiano obtemos uma linearização do modelo de regressão traduzido pela equação 3.1, que se assemelha ao modelo de regressão linear:

$$\text{logit}(Y) = \alpha + \beta X, \quad (3.1)$$

onde:

$\text{logit}(Y)$  é o logaritmo da razão das chances de  $Y=1$  pelas chances de  $Y \neq 1$ :  $\ln\{P(Y=1) / [1 - P(Y=1)]\}$ ,

$\alpha$  é o intercepto da regressão (valor de  $\text{logit}(Y)$  quando  $X=0$ ,

$\beta$  é o coeficiente de regressão e

$X$  é a variável independente.

No caso de múltiplas variáveis independentes a equação torna-se: (equação 3.2)

$$\text{logit}(Y) = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k \quad (3.2)$$

onde:

$\beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$  é a somatória da multiplicação dos coeficientes de regressão pelas respectivas variáveis independentes. (BEWICK; CHEEK; BALL, 2005; VITTINGOFF et al., 2005).

A partir da separação das variáveis, construiu-se o modelo de regressão logística multivariada onde, para cada classe de uso da terra, foram utilizadas diferentes variáveis explicativas e selecionadas, através do menor valor de AIC (Akaike Information Criterion)<sup>33</sup> com a utilização da ferramenta *stepwise*<sup>34</sup>, aquelas que demonstraram melhor ajuste para serem utilizadas na modelagem espacial (AGUIAR; CÂMARA; ESCADA, 2007). Sequencialmente, foi aplicado o teste Wald ( $z$ ) para medir a significância dos coeficientes da regressão, excluindo-se as variáveis com significância dos coeficientes menores que 95% ( $z < 0,05$ ).

O componente de potencial discreto do LuccMe admite o uso de dois algoritmos: *LogisticRegression* que utiliza técnicas de regressão logística para calcular o potencial de mudança da célula para cada tipo de uso da terra. Para cada uso, define-se também uma elasticidade, que indicará quão difícil é retirar aquele uso da célula (varia de 0-1, sendo 1 muito fácil e 0 muito difícil). Esta elasticidade é somada à probabilidade estimada pela regressão logística para o uso atual da célula, e *NeighAttractionLogisticRegression* que agrega ao algoritmo *LogisticRegression* combinando ideias de modelos baseados em autômato celular, modificando o potencial de acordo com a atratividade da mesma classe a partir de uma determinada quantidade de vizinhos informado pelo parâmetro *percNeighborsUse* (AGUIAR et al., 2015).

Os dois algoritmos foram testados na fase de calibração, em modelos independentes.

Para o componente de **alocação** (definição da localização espacial da demanda em função do potencial de transição) utilizou-se do algoritmo *AllocationClueSLike* do LuccME, único algoritmo de alocação para dados discretos da variável resposta (CCST/INPE, 2015). O algoritmo é baseado no processo de competição entre classes de uso da terra dentro de uma mesma célula, conforme descrito em Verburg et al. (2002) (AGUIAR et al., 2015). Neste componente é definida também a

---

<sup>33</sup> O Akaike Information Criterion (AIC) é uma medida da qualidade relativa de modelos estatísticos para um determinado conjunto de dados. O AIC estima a qualidade de cada modelo, em relação a cada um dos outros modelos. Assim, AIC fornece um meio para seleção de modelos. AIC é fundada sobre Teoria da Informação, oferece uma estimativa relativa da informação perdida quando um determinado modelo é usado. (AKAIKE, 1974).

<sup>34</sup> O método estatístico *stepwise* é um mecanismo automatizado de seleção do melhor modelo de regressão por teste de inclusão (*forward*) ou eliminação (*backward*) de variáveis explicativas comparando seu efeito no valor do AIC da regressão.

matriz de transição entre as classes onde pode-se simplificar o modelo desprezando trajetórias extremamente raras. Assumiu-se que:

a) Classe Água é estática ao longo do tempo, sem possível transição. Para esta premissa 52 células (0,2%) que tiveram transições observadas entre as classificações de 1994, 2004 e 2014 por aterramentos, drenagens ou construção de pequenas barragens, lagos ou açudes, foram assumidas como estáticas e convertidas em água nos três períodos.

b) Classe Natural pode transicionar para as classes Urbana ou Uso Rural.

c) Classe Uso Rural pode transicionar para Urbana e também foram efetuados testes admitindo a regeneração (transição da classe Uso Rural para Natural).

d) Classe Urbana nunca perde sua condição de Urbana, somente amplia-se sobre as classes Natural e de Uso Rural.

Na etapa seguinte, foram feitas a calibração e validação do modelo e, para um melhor ajuste do mesmo é possível repetir as fases anteriores para incluir, retirar ou transformar variáveis independentes. Na calibração, foi experimentada a aplicação de uma regressão única sobre toda a área de trabalho (Modelo Global) e também regionalizada segundo os padrões de ocupação (Modelo Regionalizado). Neste caso, para cada uma das cinco regiões foram feitas análises da matriz de correlação e regressão logística para cada uma das classes.

Na fase de calibração da modelagem, o objetivo foi simular no modelo as mudanças conhecidas entre 1994 e 2004 com o maior acerto possível. Para isso foram feitos testes com distintos parâmetros de elasticidade<sup>35</sup>, módulos de potencial e com a regionalização do potencial e da demanda. A regionalização do modelo, segundo os padrões de ocupação, permitiu a alocação mais precisa dos potenciais e demandas. Os modelos regionais utilizaram bancos de dados próprios por região, eles foram gerados a partir da separação de um único espaço celular para garantir a contiguidade e conexão entre as regiões.

Para avaliação dos modelos foi empregada uma rotina automatizada de avaliação multi-escala conforme proposto por Constanza (1989)<sup>36</sup> onde são quantificados os acertos, comparando-se as mudanças simuladas pelo modelo e as verificadas na classificação. A rotina gera estimativas em janelas progressivas de agrupamento de células (multi-

---

<sup>35</sup> O parâmetro elasticidade do LuccME, presente nos módulos *LogisticRegression* e *NeighAttractionLogisticRegression*, permite configurar a dificuldade de conversão de uma célula para outra classe de uso.

<sup>36</sup> Rotina elaborada no CCST/INPE.

escala). Em cada tamanho de janela de células o teste calcula a diferença na totalidade dos mapas e não apenas o acerto das células que sofreram mudanças, assim os índices de acertos gerados são elevados, devendo ser utilizados apenas para fins de comparação entre modelos, não podendo ser admitidos como índice de acertos absolutos do modelo.

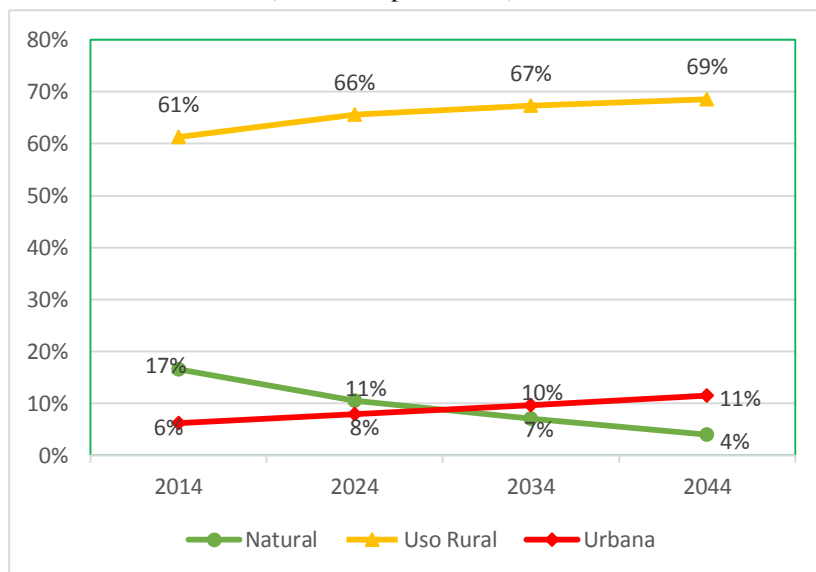
Na fase de validação, foram utilizados os mesmos parâmetros dos testes com maiores acertos para comparar as mudanças conhecidas e simuladas entre 2004 e 2014, e também aplicada a rotina de avaliação multi-escala.

A partir do melhor ajuste nas fases de calibração e validação foi feita a simulação de dois cenários de mudanças do uso da terra utilizando-se os dados de potencial e alocação que melhor ajustaram-se nas fases anteriores e as feições iniciais de 2014 para classificação do uso da terra, áreas urbanizadas, distâncias às estradas, densidade populacional e densidade de domicílios.

As demandas para cada um dos cenários foram calculadas assumindo-se premissas que se traduzem em taxas de mudança futura de uso da terra. Para a classe urbana foram considerados, o registro do parcelamento de loteamentos litorâneos, volume de venda de lotes, respeito ou desrespeito à legislação ambiental pelas prefeituras municipais. Na classe de uso rural, os fatores de influência considerados foram grau de intensificação da fiscalização ambiental, crescimento populacional e incentivos agrícolas direcionados.

No primeiro cenário, considerando a continuidade das atuais taxas de transição, assumiu-se o ritmo de transições para a classe Urbana como de 45 ha por ano até 2044. Na classe Rural assumiu-se um aumento de 125 ha por ano e na classe Natural redução de 170 ha por ano até 2020, com posterior redução destas quantidades em 5% ao ano. Esta redução deve-se ao fato de que, mantendo-se constante a atual taxa de conversão do uso da terra, em 2039 não haveriam mais células pertencentes a classe Natural (Figura 3.6).

Figura 3.6 - Evolução da demanda utilizada na projeção do cenário com tendência a continuidade (valores em percentuais).



Priorizou-se alterar apenas as taxas de conversão entre as classes Natural e Uso Rural pois na tendência de continuidade do cenário atual assumiu-se que permanecerão áreas naturais entremeadas a áreas de uso rural. Quanto a classe Urbana, não foi estimada redução das taxas, haja vista o aproximadamente constante ritmo de crescimento registrado nas três últimas décadas e a atual falta de planejamento para conservação de remanescentes de restinga na região dos loteamentos litorâneos.

Nas demandas do modelo regionalizado, para evitar chegarmos a zerar a quantidades de células da classe Natural em certas regiões, assumiu-se que nas regiões das pequenas e das grandes propriedades rurais haveria, proporcionalmente, menor perda da classe Natural do que a média global, e a região dos loteamentos litorâneos sofreria maior transição, mantendo-se assim o mesmo total da demanda do modelo global.

O segundo cenário de projeção parte da suposição de que a ampliação das ferramentas de planejamento territorial, o aumento da fiscalização ambiental, a instituição do Cadastro Ambiental Rural, a crescente preocupação da sociedade com as questões ambientais e os trabalhos desenvolvidos no âmbito do Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro, se refletiriam numa diminuição gradual da taxa de redução de

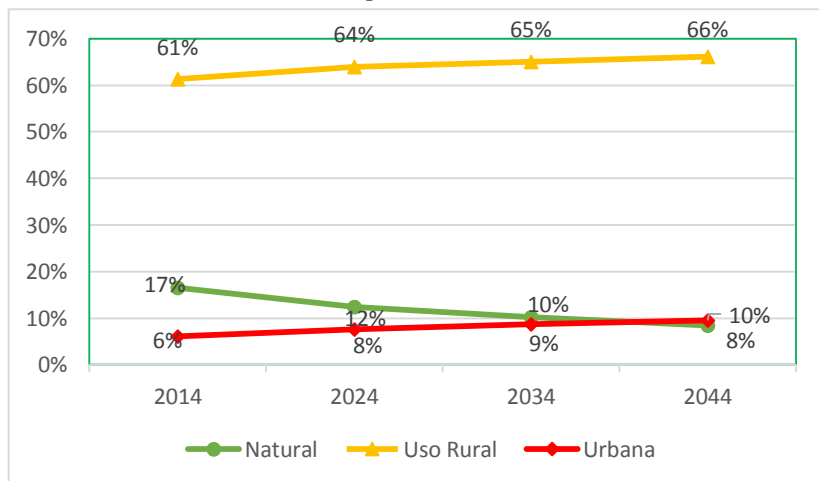
ecossistemas nativos. Supôs-se que esta redução ocorreria com maior expressividade na transformação dos ambientes naturais para áreas de uso rural e com menor expressividade na transformação dos ambientes naturais para áreas urbanas. Isto porque na zona rural está existindo pouca transferência de proprietários, ferramentas tecnológicas de aumento de produtividade poderia reduzir a pressão por maiores áreas de produção agropecuária e por existir um histórico de aumento gradual na fiscalização ambiental na zona rural.

Supôs-se que a taxa de urbanização sofreria menor redução, por motivos de existirem várias porções de loteamentos com infraestrutura presente porém com baixa taxa de ocupação, pela existência de uma quantidade muito expressiva de lotes com registro imobiliário sendo vendidos, e pela resistência política municipal ao controle de ocupação de áreas de preservação permanentes litorâneas, não edificantes pela legislação, mas que vem tendo alvarás expedidos pelas prefeituras.

Essa redução na taxa de mudanças foi calculada em -6% ao ano para a transformação de áreas naturais e -3% ao ano na taxa de urbanização para ambos modelos global e regionalizado (Figura 3.7).

Foram simulados cenários de mudanças de uso da terra, projetadas para um horizonte temporal de 30 anos com intervalos de dez anos entre mapas.

Figura 3.7 - Evolução da demanda utilizada na projeção do cenário com tendência a redução da taxa de urbanização em 3% ao ano e de perda da classe Natural em 6% ao ano (valores em percentuais).





### 3.3 RESULTADOS

#### 3.3.1 Análise das variáveis

No modelo global, a análise da matriz de correlação de variáveis independentes, identificou correlações maiores que 0,7 entre os pares de variáveis, Densidade da malha viária e Distância às manchas urbanas consolidadas e entre Densidade populacional e Densidade de domicílios. Desta forma, estas variáveis não foram utilizadas no mesmo modelo de regressão. No modelo regionalizado, a matriz de correlação foi construída para cada uma das regiões e os pares cujas correlações foram maiores que 0,7 estão dispostas na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Pares de correlações maiores que 0,7 das variáveis explicativas oriundos da matriz de correlação para o modelo regionalizado (siglas na Tabela 3.2).

<b>REGIÃO 1 - Sedes urbanas</b>	<b>REGIÃO 2 - Loteamentos litorâneos</b>	<b>REGIÃO 3 - Pequenas propr. rurais</b>	<b>REGIÃO 4 - Predomínio da rizicultura</b>	<b>REGIÃO 5 - Grandes propr. rurais</b>
DIST_URB ARR_NEIGH	DIST_URB(log) ARR_NEIGH	DIST_ESTR(log) ARR_NEIGH	DIST_URB DIST_SEDE	DIST_URB DIST_MAR
DIST_URB(log) DIST_ESTR(log)	DIST_URB DIST_ESTR	DIST_ESTR(log) ARR_NEIGH(log)	DIST_URB DIST_MAR	DIST_URB DIST_MAR(log)
DIST_SEDE DIST_CDD	HAB_KM2 DOM_KM2	HAB_KM2 DOM_KM2	DIST_URB(log) DIST_SEDE	
HAB_KM2 DOM_KM2			DIST_URB(log) DIST_MAR	
			HAB_KM2 DOM_KM2	

A aplicação do modelo de regressão logística multivariada para cada uma das classes de uso da terra permitiu escolher o conjunto mais adequado de variáveis independentes (através dos menores valores de AIC), seus coeficientes  $\beta$  e o intercepto. Na fase de calibração foram realizadas as regressões para o modelo global (Tabela 3.4) e para o modelo regionalizado (Tabela 3.5) objetivando comparar resultados e verificar o modelo mais adequado à simulação de cenários. Os valores de coeficientes positivos indicam uma relação direta entre a classe de uso e a variável explicativa, os negativos indicam uma relação inversa<sup>37</sup>.

<sup>37</sup> As variáveis tem escalas diferentes, portanto o valor absoluto dos coeficientes não indicam uma ordenação na importância de cada variável.

Tabela 3.4 - Intercepto e coeficientes angulares com as variáveis que melhor ajustaram o modelo de regressão logística para cada classe de uso da terra no Modelo Global. Todas com significância maior que 99% ( $p < 0,01$ ).

Variável Expl.	Classe de uso da terra (Coeficientes $\beta$ )		
	NATURAL	USO RURAL	URBANO
(Intercepto)	-14.78	-7.311	5.544
DIST_MAR	-0.0002192	2.728(log)*	-0.001226
DIST_ESTR	0.7591(log)	-0.002486	-
ARR_NEIGH	-0.007467	-0.0115	0.01577
GR_IMPL	0.5547	-0.5194	0.4861
HAB_KM2	1.144	1.352	0.002853
DIST_SEDE	1.304(log)	-0.00006367	0.0002129
DIST_CDD	1.899(log)	-0.4628 (log)	-3.576(log)
DIST_URB	-	0.0004304	-

\*A indicação (log) indica que a variável foi transformada utilizando o logaritmo base 10.

No modelo global, a classe Natural é influenciada diretamente pela maior distância a estradas, comunidades, sedes municipais, densidade populacional e ao grau de implantação dos loteamentos. Enquanto sua presença é influenciada inversamente pela densidade de arruamento e distância ao mar.

Tabela 3.5 - Intercepto e coeficientes angulares com as variáveis que melhor ajustaram o modelo de regressão logística para cada classe de uso da terra no Modelo Regionalizado. Todas com significância maior que 95% ( $p < 0,05$ ).

Var. Expl.	REGIÃO 1 - Sedes Urbanas		
	NATURAL	RURAL	URBANO
(Intercepto)	-30.690000	7.606652	7.254576
DIST_MAR			
DIST_ESTR	0.0007393	-1.8811(log)*	
ARR_NEIGH	0.373600	-0.014585	0.017866
GR_IMPL		0.317092	
HAB_KM2	-0.002047	-0.000736	0.001174
DOM_KM2			
DIST_SEDE	0.0002656		-2.18042(log)
DIST_CDD	8.24200(log)	-0.001490	-1.78628(log)
DIST_URB	0.90810(log)		

Tabela 3.5 - Continuação

REGIÃO 2 - Loteamentos litorâneos			
Var. Expl.	NATURAL	RURAL	URBANO
(Intercepto)	9.199694	0.403700	-10.66000
DIST_MAR	-0.001332	0.004660	
DIST_ESTR	-0.57053(log)	-0.003194	0.000924
ARR_NEIGH	-0.007989	-0.020020	0.015380
GR_IMPL		-0.793900	0.621300
HAB_KM2	-0.024093	-0.005472	
DOM_KM2			0.023360
DIST_SEDE	-1.13923(log)	-0.000224	0.000096
DIST_CDD		-0.000415	0.000597
DIST_URB	0.001351	-0.001626	

REGIÃO 3 - Pequenas Propriedades Rurais			
Var. Expl.	NATURAL	RURAL	URBANO
(Intercepto)	-20.160000	9.433000	26.316703
DIST_MAR	0.000122	-0.000210	-0.005880
DIST_ESTR	0.001638	-0.001922	
ARR_NEIGH	-0.021090	0.353500	
HAB_KM2	1.129000	-1.022000	
DOM_KM2			9.554342
DIST_SEDE	2.58600(log)	-0.000099	
DIST_CDD	1.87000(log)	-1.36400(log)	-12.5106(log)
DIST_URB	-0.000125	0.000174	

REGIÃO 4 - Predomínio da rizicultura			
Var. Expl.	NATURAL	RURAL	URBANO
(Intercepto)	-9.484355	5.590000	-100.10
DIST_MAR			
DIST_ESTR	0.001817	-0.000848	-0.009099
ARR_NEIGH	-0.021449	0.006174	0.015020
HAB_KM2			
DOM_KM2			
DIST_SEDE	0.000761	-0.000421	24.47(log)
DIST_CDD			
DIST_URB			

REGIÃO 5 - Grandes Propriedades Rurais			
Var. Expl.	NATURAL	RURAL	URBANO
(Intercepto)	-3.399000	1.507000	-11.03000
DIST_MAR	-0.000653	0.000621	
DIST_ESTR	0.001593	-0.001637	
ARR_NEIGH	0.010210	-0.26940	2.836000
HAB_KM2	-1.371000	1.468000	0.652700
DIST_SEDE	-0.000158	0.000149	-0.000208
DIST_CDD	1.50500(log)	-1.28900(log)	0.001512
DIST_URB	0.20120(log)	0.16940(log)	-0.66840(log)

\*A indicação (log) indica que a variável foi transformada utilizando o logaritmo base 10.

A classe de Uso Rural mostrou-se influenciada diretamente pela maior distância ao mar e às manchas urbanas, e inversamente influenciada pela distância às estradas, sedes e comunidades, desta forma, quanto menor a distância, maior sua influência. Já na classe Urbana, as variáveis com influência direta foram grau de implantação dos loteamentos, densidade da malha viária, densidade populacional e distância à sede, e influência inversa à distância ao mar e distância às comunidades. A distância à sede mostrou influência direta na urbanização, indicando que não há uma tendência de concentração da classe Urbana apenas próxima às sedes municipais.

### **3.3.2 Calibração e validação**

A avaliação dos testes da fase de calibração (dados de 1994 para estimar mudanças em 2004) indicou que o modelo regionalizado, utilizando o módulo *LogisticRegression*, sem admitir regeneração e utilizando os menores valores de *elasticity* possíveis, apresentou os melhores índices de acertos.

A avaliação da fase de validação (dados de 2004 para estimar mudanças em 2014 com uso dos parâmetros escolhidos na fase de calibração), resultaram índice de acertos ligeiramente mais baixos que na fase de calibração, porém considerados satisfatórios.

### **3.3.3 Simulação de cenários**

Utilizando-se do modelo regionalizado que forneceu as melhores simulações das mudanças nas fases de calibração e validação, e utilizando-se de valores de demanda calculados para cada um dos cenários: cenário de tendência de continuidade e cenário de tendência de redução das mudanças. Calculados para cada região foram estimadas as mudanças num intervalo temporal de 30 anos com mapas gerados a cada década (Figura 3.8 e 3.9).

Figura 3.8 - Cenários com tendência de continuidade de 2014 a 2044.

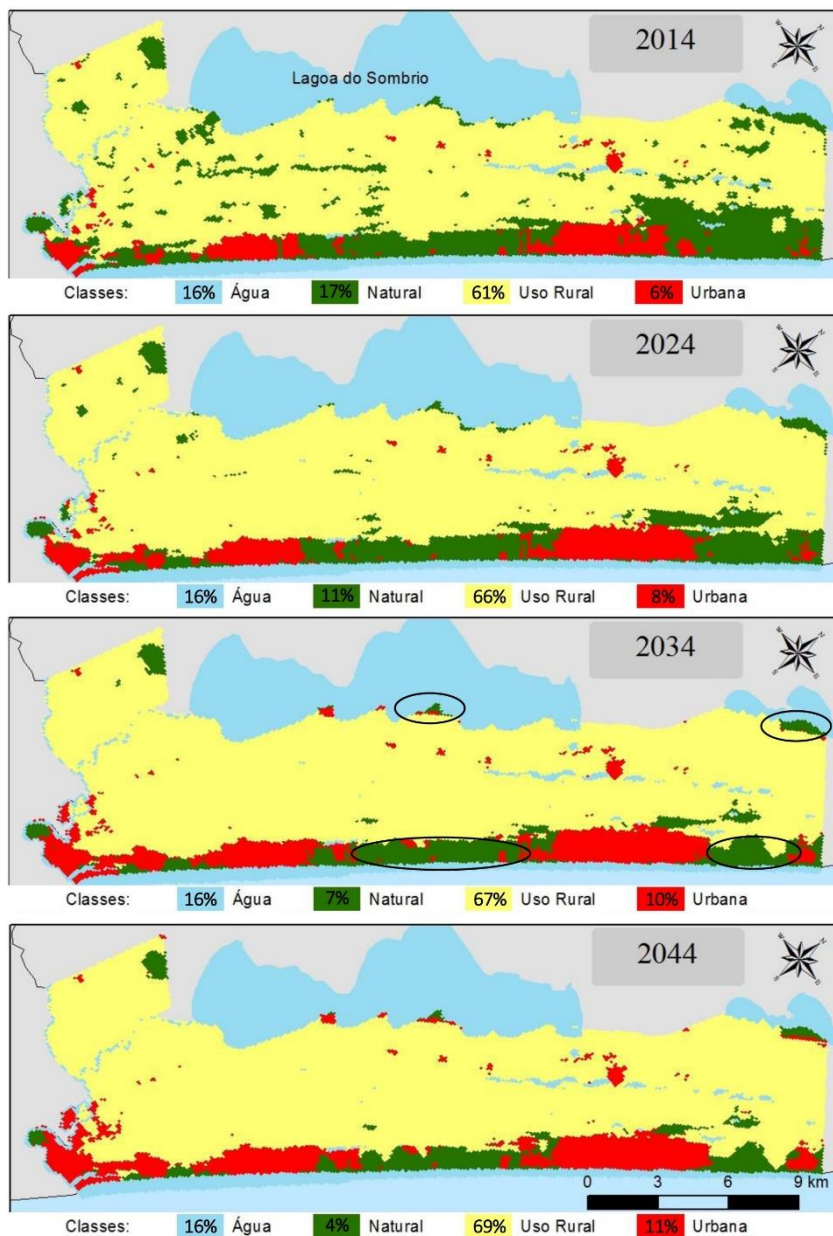
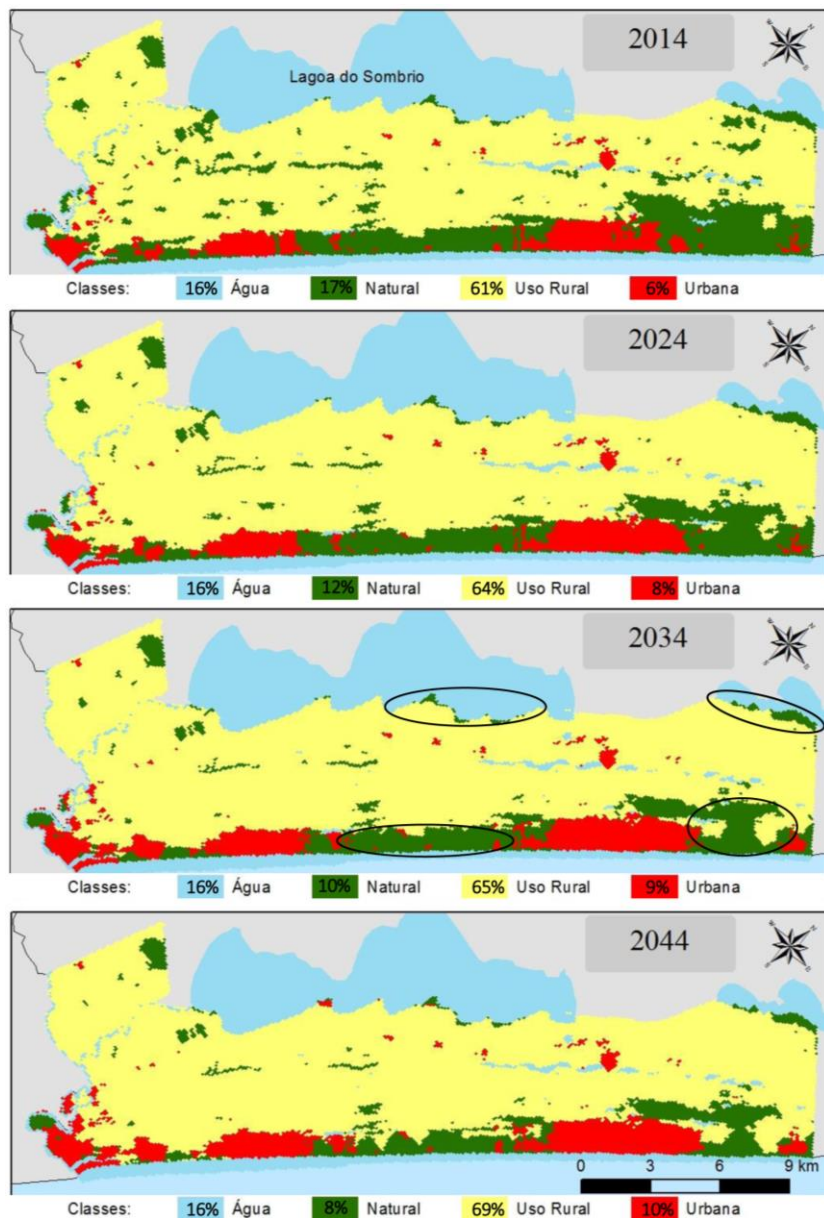


Figura 3.9 - Cenários com tendência de redução na taxa de mudanças de 2014 a 2044.



O cenário com tendência de continuidade mostrou intensificação da urbanização próximo às áreas urbanas já existentes e, ocorrendo sua saturação, o espalhamento desta urbanização sobre as áreas interiorizadas (Figura 3.8). A intensificação foi maior na faixa litorânea, refletindo a importância dos loteamentos litorâneos, da proximidade do mar e da tendência de agregação das novas áreas urbanas às já existentes. Adicionalmente, na área interiorizada, tornou-se evidente uma tendência de surgimento de novos núcleos urbanos próximos às lagoas a partir de 2034.

A classe Uso Rural mostrou-se avançando sobre a classe Natural, principalmente reduzindo o número de remanescentes isolados, existentes nos interstícios das áreas de uso rural interiorizadas. A transição entre a classe Uso Rural e Urbana mostrou-se pouco frequente, exceto próximo à sede municipal de Passo de Torres.

A classe Natural reduz-se aceleradamente na região interiorizada dos municípios, principalmente onde sua representatividade já é pequena. Nesta área, em 2034 restam apenas alguns remanescentes isolados dispersos. No entanto o cenário identificou áreas com menor tendência a ocupação (destaques nas figura 3.8 e 3.9 - ano 2034), ocorridos em porções onde já há maior representatividade desta classe, em especial próximo as lagoas e em duas porções litorânea, uma ao norte e uma ao sul da mancha urbana de Balneário Gaivota. Nessas regiões os remanescentes naturais possuem uma tendência a permanecer em quantidade mais expressiva caracterizaram-se pelos vetores de mudança de uso da terra estarem atuando com menor intensidade existindo, portanto, a tendência de manutenção desses ambientes.

Num cenário de pequena redução nas taxas de mudança de uso da terra (Figura 3.9), observou-se que até 2044 ainda existiriam diversos remanescentes da classe Natural nas porções interiorizadas. Nas áreas marginais às lagoas diversas áreas também seriam preservadas. Na região litorânea as mudanças não ocorreriam em termos de manutenção de remanescentes, estes se dispuseram aproximadamente em mesma localização, apenas um pouco maiores, relativos diretamente a diminuição na demanda de conversão da classe urbana em natural. A classe de Uso Rural, porém, avançaria sobre a classe Natural da área mais litorânea. O padrão de urbanização mostrou-se tendendo mais à intensificação do que ao espalhamento, concentrando-se nas áreas litorâneas próximas às sedes municipais.

### 3.4 DISCUSSÃO

A utilização de ferramentas de modelagem na análise de mudanças de uso e cobertura da terra, embora exija simplificação, possibilita representar e acessar a complexidade dos diversos fatores que, em diferentes escalas, determinam tais mudanças (BRIASSOULIS, 2000; SIEGFRIED, 2014, VERBURG et al., 2004). Embora, em última instância, as decisões sobre mudanças de uso e cobertura dependam diretamente da decisão individual de cada proprietário, numa abordagem generalista, assume-se que determinados fatores externos explicariam padrões de mudança, representando o resultado das decisões individuais (PONTIUS JR; NEETI, 2010).

A análise de qualquer cenário resultante de um modelo deve ser permeada com a certeza de que alterações substanciais poderiam ocorrer se eventos extremos ocorressem, adicionando novos vetores de mudança de uso da terra que não estavam previstos no momento da concepção do modelo.

A despeito desta abordagem generalista, as ferramentas de modelagem espacial, utilizando regressão multivariada para ponderar os diversos vetores que influenciam na transformação dos ambientes, permitiram a espacialização das mudanças e simulações de cenários futuros. A coerência que se obteve na calibração do modelo indica que a técnica permite uma simulação também coerente.

#### 3.4.1 Identificação de áreas para conservação

A identificação de áreas prioritárias para conservação é baseada em múltiplos fatores que envolvem desde o grau de proteção que esses ecossistemas já são representados no sistema de unidades de conservação até fatores socioeconômicos relativos ao impacto que esse esforço retornaria a sociedade. Assim as áreas mais ameaçadas poderiam possuir maior urgência na conservação, enquanto as áreas com menor tendência a mudanças de uso poderiam gerar menos conflitos socioambientais, tão complexos e demasiadamente comuns nos processos de gestão de unidades de conservação criados sobre áreas de prementes ameaças.

A análise geoespacial multicritério com modelo de regressão é uma das formas de definir áreas prioritárias para conservação (LEHMANN; OVERTON; AUSTIN, 2002; VALENTE, 2005) e a modelagem espacial ampliou esta abordagem por adicionar cenários futuros a essa perspectiva. Apesar do desinteresse demonstrado pelos municípios, a criação de áreas protegidas é considerada uma das melhores es-



estratégias para a conservação da mata atlântica (MITTERMEIER et al., 2005). Além da função direta de conservação de habitats e da biodiversidade, as unidades de conservação ampliam as opções do turismo regional (COSTA; MORITZ; DE SOUZA GURGEL, 2014; EAGLES; MCCOOL; HAYNES, 2002).

Santa Catarina possui 12% dos remanescentes da vegetação de restinga do Brasil (76.016 ha) (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2013). Em particular com respeito às restingas do litoral sul catarinense, a despeito das restrições legais à ocupação, a conservação é precária, seja por falta de fiscalização adequada ou pelo fato dos planos de zoneamento municipais delimitarem extensas zonas urbanas por toda a faixa costeira.

A regulamentação do processo de urbanização nos pequenos municípios litorâneos catarinenses vem sendo influenciada pelo mercado imobiliário o qual, nas últimas duas décadas, vem intensificando suas atividades. A legislação ambiental, por sua vez, não vem sendo respeitada nos processos de autorização de construções nos lotes particulares registrados. A produção rural, em especial o plantio de espécies madeireiras exóticas também vem, historicamente, se intensificando sobre as áreas nativas, e as simulações de cenários refletem essas tendências, por embasarem-se nos dados do passado.

No caso dos municípios em estudo existe a manifesta preocupação que restrições normativas na implementação dos loteamentos e na construção civil venha a prejudicar economicamente a região. Porém, desconsidera-se que o turismo, atualmente quase exclusivamente restrito a casas particulares de veraneio ocupadas nos meses de verão, poderia ampliar-se com a criação de unidades de conservação nas áreas de baixo potencial de ocupação.

Na zona rural, onde existem poucas e esparsas áreas de vegetação nativa, a redução desta classe tornou-se ainda mais frequente com a desoneração da reconstituição de reserva legal e diminuição das áreas de preservação permanentes em pequenas propriedades a partir da promulgação do novo código florestal em 2012 (BRASIL, 2012). Estas áreas protegidas infelizmente ainda não podem ser utilizadas nos modelos espaciais de mudança de uso da terra pela razão do Cadastro Ambiental Rural (CAR) ainda estar timidamente instituído no estado de Santa Catarina.

Num cenário de redução da taxa de mudanças, a possibilidade de manutenção e até aumento de áreas nativas na zona rural seria provinda de maior governança com respeito às áreas de preservação permanente e exigência de sua recuperação por regeneração e reflorestamento instituí-

do pelo Cadastro Ambiental Rural (CAR) no novo código florestal (BRASIL, 2012). No entanto, essa não foi a tendência verificada nas últimas décadas onde o aumento da produção (resultante principalmente de incentivos agrícolas) e adensamento da ocupação na área rural (resultante principalmente das subdivisões de lotes), aos poucos ocuparam as áreas de remanescentes florestais nativos. No cenário de continuidade do atual ritmo de mudanças as áreas nativas na zona rural tornam-se cada vez mais escassas e restritas a áreas específicas que de alguma forma já são protegidas, por iniciativa principalmente do proprietário rural.

Segundo o cenário baseado no seguimento da tendência atual, as restingas litorâneas de Santa Catarina estariam muito comprometidas, porém restariam alguns focos de remanescentes nas áreas onde os vetores de ocupação se mantivessem com pouca expressividade.

O método foi particularmente bem sucedido em se tratando da identificação de áreas potenciais para conservação indicando áreas com menor tendência à ocupação urbana e rural.

Segundo os cenários elaborados os fragmentos florestais na área rural mais interiorizada estão altamente ameaçados pela expansão do uso rural agropecuário. Neste caso a política de conservação obteria maior efetividade com aumento da proteção a essas áreas que poderia advir da educação ambiental na zona rural, aumento da produtividade em áreas já alteradas, maior fiscalização do desmatamento e do uso indevido das áreas de preservação permanentes. Por tratarem-se de fragmentos isolados, a criação de unidades de conservação não parece ser uma alternativa efetiva de conservação.

No outro lado estão os casos onde a menor tendência a ocupação atual indicaria uma menor tendência a conflitos ao se propor a criação de unidade de conservação. As margens das lagoas do Sombrio e do Caverá já foram alvo de estudo de proposta de criação de unidade de conservação que poderá ser renovada utilizando os resultados destes cenários.

As outras áreas menos propensas a ocupação, estão em região dos loteamentos litorâneos, aonde a especulação imobiliária é mais atuante, por isso espera-se que os conflitos levantados na discussão do programa de gerenciamento costeiro reapareçam se essas áreas forem propostas para criação de unidades de conservação.

### 3.5 CONCLUSÕES

Através da modelagem dinâmica espacial, os objetivos de se analisar os fatores que impulsionam os processos de mudança de uso da terra; simular cenários para um intervalo temporal de 30 anos; e identificar áreas com maior potencial de conservação, foram alcançados.

Encontrou-se a tendência da quase extinção dos pequenos fragmentos remanescentes naturais caso o ritmo dos últimos dez anos mantenha-se aproximadamente constante nos próximos 30 anos. Porém porções dos remanescentes se concentrariam em locais onde a influência dos vetores de mudança de uso e ocupação estivessem menos atuantes, inclusive indicando possíveis áreas com potencial para conservação caso a política pública municipal propusesse estratégias de conservação da vegetação de restinga, quais sejam, algumas pequenas áreas próximas as lagoas do Sombrio e Caverá e duas áreas próximas a orla.

A modelagem dinâmica espacial é uma ferramenta sensível a variações metodológicas, já que os cenários podem apresentar-se consideravelmente distintos em função dos programas computacionais, taxas de mudança de uso da terra ou outros parâmetros adotados no processamento das simulações. No entanto, os resultados das simulações, interpretados como tendências e não como previsões definitivas de cenários futuros, são úteis na busca por alternativas às políticas de ocupação em curso.

O histórico de mudança investigado e os fatores explicativos identificados e utilizados no modelo tornam os resultados deste trabalho passíveis de serem diretamente aplicados na revisão do zoneamento ecológico-econômico. Métodos participativos de debate dos cenários resultantes auxiliariam inclusive na melhoria da parametrização de novas investigações de tendências em trajetórias de mudanças. Através do apontamento de algumas áreas com menor tendência de ocupação ou de áreas mais vulneráveis as atuais ameaças, pode-se embasar estudos espacialmente direcionados para criação de unidades de conservação.

### 3.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A.P.D. **Modelagem de mudança do uso da terra na Amazônia: explorando a heterogeneidade intrarregional**. São José dos Campos, 2006. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

AGUIAR, A.P.D.; CÂMARA, G.; ESCADA, M.I.S. Spatial statistical analysis of land-use determinants in the Brazilian Amazonia: Exploring intra-regional heterogeneity. **Ecological Modelling**, v. 209, n. 2, p. 169-188, 2007.

AGUIAR A.P.D.; DALLA-NORA, E.L.; ASSIS, T.O.; MELO, D.; LEAL, B. **Trabalhando com LuccME 2.1 Guia do usuário**. Versão 1.0, 2015.

AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **Automatic Control**, v. 19, n. 6, p. 716-723, 1974.

ANSELIN, L. **Exploring Spatial Data with GeoDa™: A Workbook**. Urbana, IL: Center for Spatially Integrated Social Science, 2005. 244 p.

ASMUS, M.L.; KITZMANN, D.I.S.; LAYDNER, C. **Gestão Costeira no Brasil. Estado atual e perspectivas**. Montevideo: Ecoplata, 2004. 63 p.

BASTOS, J.M. Considerações sobre a urbanização do litoral catarinense. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA URBANA, X., 2007, Florianópolis. **Anais ....** : SIMPURB, 2007. p. 269-276.

BEWICK, V.; CHEEK, L.; BALL, J. Statistics review 14: Logistic regression. **Critical Care**, v. 9, n. 1, p. 112-118, 2005.

BRASIL. Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Institui a política nacional do meio ambiente.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Novo Código Florestal.

BRIASSOULIS, H. **Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling Approaches**. Lesvos, Greece: Regional Research Institute,

WVU., 2000. <http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Briassoulis/contents.htm>. Acesso em: 11 nov. 2015.

BURGER, M.I. **Situação e ações prioritárias para a conservação de banhados e áreas úmidas da zona costeira**. MMA, 1999. 60 p.

BURT, T. Scale: Resolution, analysis and synthesis in physical geography. in: CLIFFORD, N. J. et al. (Orgs.). **Key concepts in Geography**. 2 ed. Londres: Sage Publications, 2009. Cap.11. p. 199-216.

CCST/INPE. **LuccME: Arcabouço de Modelagem de Uso da Terra Espacialmente Explícita** Disponível em: <<http://luccme.ccst.inpe.br/>> Acesso em: 01 nov. 2015.

CHO, S.H.; NEWMAN, D.H. Spatial analysis of rural land development. **Forest Policy and Economics**, v. 7, n. 5, p. 732-744, 2005.

COSTA, S.P.; MORITZ, T.; DE SOUZA GURGEL, T. Trilhas Interpretativas como Meio de Conscientização e Sensibilização: um estudo com participantes das trilhas da unidade de conservação Parque Estadual das Dunas de Natal-RN. **Interface**, v. 11, n. 1, jan/jun 2014.

COSTANZA, R. Model goodness of fit: a multiple resolution procedure. **Ecological modelling**, v. 47, n. 3, p. 199-215, 1989.

DE LIMA, T.C.; GUILLEN-LIMA, C.M.; OLIVEIRA, M.S.; SOARES-FILHO, B. DINAMICA EGO e Land Change Modeler para simulação de desmatamento na Amazonia brasileira: análise comparativa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XVI. 2013, Foz do Iguaçu. **Anais ....** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 6379-6386.

DOS SANTOS, C.R. **Proposta dos critérios de planejamento da gestão integrada da orla marítima dos municípios do litoral Sul de Santa Catarina**. Florianópolis, 2008. 288p.

EAGLES, P.F.; MCCOOL, S.F.; HAYNES, C.D. **Sustainable tourism in protected areas: Guidelines for planning and management**. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 2002. 183 p. (Best Practice Protected Area Guidelines Series.) n. 8.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2012-2013**. São Paulo: ArcPlan, 2014. 61 p.

GIBSON, C.C.; OSTROM, E.; AHN, T.K. The concept of scale and the human dimensions of global change: a survey. **Ecological economics**, v. 32, n. 2, p. 217-239, 2000.

IBGE a. **Censo Demográfico 2000**: Características da População e dos Domicílios: Resultados do universo. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/>> Acesso em: 12/11/2014.

IBGE b. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>> Acesso em: 12/11/2014.

INPE/DPI. **TerraView Preenchimento de Células**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/terraview/php/dow.php?body=plgPreenchimentoCelulas>> Acesso em: 11 nov. 2015.

KUTNER, M.H.; NACHTSHEIM, C. J.; NETER, J.; LI, W. **Applied linear statistical models**. 5 ed. New York: McGraw-Hill Irwin, 2005. 1396 p.

LAMBIN, E. F. et al. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. **Global environmental change**, v. 11, n. 4, p. 261-269, 2001.

LEHMANN, A.; OVERTON, J.M.; AUSTIN, M.P. Regression models for spatial prediction: their role for biodiversity and conservation. **Biodiversity & Conservation**, v. 11, n. 12, p. 2085-2092, 2002.

LESSCHEN, J.P.; VERBURG, P.H.; STAAL, S.J. **Statistical methods for analysing the spatial dimension of changes in land use and farming systems**. Nairobi, Kenya/Wageningen, The Netherlands: International Livestock Research Institute, 2005. (LUCC Report Series.) v. 7.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Projeto Orla: Fundamentos para gestão integrada**. Brasília, 2002. 78 p.

MITTERMEIER, R.A.; FONSECA, G.D.; RYLANDS, A.B.; BRANDON, K. Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 14-21, 2005.

MORAES, A.C.R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro**. São Paulo: Annablume, 2007.

PONTIUS JR., R.G.; NEETI, N. Uncertainty in the difference between maps of future land change scenarios. **Sustainability Science**, v. 5, n. 1, p. 39-50, 2010.

SANTA CATARINA. Decreto Estadual n. 14.250 de 5 de junho de 1981. Regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à proteção e à melhoria da qualidade ambiental.

SIEGFRIED, R. **Modeling and Simulation of Complex Systems**. Riemerling: Springer Vieweg, 2014. 226 p.

SOCIOAMBIENTAL CONSULTORES ASSOCIADOS LTDA. **Estudos para criação de Unidades de Conservação no Município de Sombrio**. Florianópolis, 2007. Relatório Técnico.

TERRAME. **LuccME**. Disponível em: <<http://www.terrame.org/doku.php?id=luccme>> Acesso em: 28/12/2014.

VALENTE, R.D.O.A. **Definição de áreas prioritárias para conservação e preservação florestal por meio da abordagem multicriterial em ambiente SIG**. Piracicaba, 2005. 121 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - ESALQ, Universidade de São Paulo.

VELDKAMP, A.; LAMBIN, E.F. Predicting land-use change. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, n. 85, p. 1-6, 2001.

VERBURG, P.H. The representation of human-environment interactions in land change research and modelling. *in*: MANFREDO, M.J.; VASKE, J.J.; RECHKEMMER, A.; DUKE, E.A. (eds). **Understanding Society and Natural Resources: Forging new strands of integration across the social sciences**. Springer Open, 2014. Cap. 8. p. 161-177.

VERBURG, P.H.; KOK, K.; PONTIUS JR.; VELDKAMP, A. Modeling Land-Use and Land-Cover Change. *in*: LAMBIN E.F.; GEIST, H. (Eds.). **Land-use and land-cover change**: Springer, 2006. Cap.5. p. 117-136.

VERBURG, P.H.; SCHOT, P.P.; DIJST, M. J.; VELDKAMP, A. Land use change modelling: current practice and research priorities. **Geo-Journal**, v. 61, n. 4, p. 309-324, 2004.

VERBURG, P.H.; SOEPBOER, W.; VELDKAMP, A.; LIMPIADA, R.; ESPALDON, V.; MASTURA, S.S. Modeling the Spatial Dynamics of Regional Land Use: The CLUE-S Model. **Environmental Management**, v. 30, n. 3, p. 391-405, September 2002.

VITTINGHOFF, E.; GLIDDEN, D.V.; SHIBOSKI, S.C.; MCCULLOCH, C.E. **Regression methods in biostatistics: linear, logistic, survival, and repeated measures models**. 2 ed. New York: Springer Science & Business Media, 2011. (Statistics for Biology and Health.)



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta dissertação, a utilização de metodologias combinando ferramentas de investigação qualitativa e análises quantitativas em geoprocessamento e modelagem espacialmente explícita, possibilitou atingir os objetivos propostos quais sejam identificar vetores, compreender trajetórias e projetar tendências futuras de mudanças de uso e cobertura da terra.

Na análise histórica da dinâmica de uso e cobertura dos últimos 30 anos incluindo padrões fundiários e de ocupação e políticas de conservação da natureza, os fatores de acessibilidade, proximidade a centros urbanos, implantação de loteamentos, modelos de urbanização e de uso rural foram determinantes para as mudanças no uso da terra.

Embora tenha sido possível verificar semelhanças nas características geográficas físicas e sociais dos municípios do litoral sul, a escala de trabalho adotada permitiu captar a heterogeneidade microrregional nos quais os diferentes vetores de mudança influenciam de maneiras distintas as trajetórias de uso da terra ao longo do tempo. Cinco padrões de ocupação puderam ser identificados e mapeados. Concluiu-se também que houve negligência governamental na questão ambiental, tanto no que tange a licenças e alvarás em loteamentos quanto na precária fiscalização ambiental e ausência de estratégias de conservação dos remanescentes de vegetação de restinga e dos espaços legalmente protegidos.

Através de técnicas de análise multitemporal de mudança de uso e cobertura da terra concluiu-se existir acelerada perda de vegetação de restinga especialmente para atividades agropecuárias e para a construção civil em loteamentos litorâneos resultando na redução da área de vegetação de restinga em 47% nos últimos 30 anos, com uma taxa média de 131,7 hectares por ano.

Através da modelagem espacial pode-se testar a hipótese levantada de que a continuidade da atual dinâmica de ocupação rural e urbana, estaria conduzindo os ecossistemas naturais do sul do estado a sua extinção em poucas décadas.

Com efeito, a análise evidenciou a acelerada perda da vegetação de restinga, especialmente para atividades agropecuárias e construção civil em loteamentos litorâneos principalmente nos pequenos fragmentos de remanescentes da restinga, caso o ritmo dos últimos dez anos se mantenha aproximadamente constante nos próximos 30 anos.

Porém a ferramenta também apontou para três regiões específicas, concentradas em locais onde a influência dos diversos vetores de

mudança de uso e ocupação são menos atuantes, onde foi possível identificar áreas menos propensas a mudanças, consequentemente, com potencial para criação de unidades conservação.

Apesar dos objetivos da pesquisa terem sido atingidos, deve-se atentar para as limitações que envolvem as opções metodológicas adotadas. Em primeiro lugar, ressalta-se a questão da escolha das escalas e extensões, temporais e espaciais, que alteram a perspectiva da análise das mudanças de uso e cobertura da terra. As escolhas foram embasadas nos objetivos e na capacidade operacional da pesquisa, porém deve-se considerar que outras abordagens poderiam alterar os resultados.

Em segundo lugar, no que diz respeito à análise multitemporal, a principal limitação do método de comparação por subtração de vetores resultantes da classificação é a propagação dos erros de classificação, porém, a vantagem de se obter resultados qualitativos das mudanças, permite a análise aprofundada das trajetórias de mudanças. O agrupamento dos resultados da classificação em quatro classes de uso da terra minimizou esses desvios sem prejuízo dos objetivos da pesquisa.

Em terceiro lugar, a modelagem dinâmica espacial se mostra ainda mais sensível a variações metodológicas. Os cenários simulados podem alterar-se substancialmente a medida que a pesquisa adota diferentes programas computacionais ou até diversos módulos e parâmetros no mesmo programa. Para minimizar tais desvios, as técnicas adotadas incluíram a avaliação de precisão nas fases de calibração e validação e a escolha criteriosa para determinação dos valores de demanda.

Uma série de aplicações vinculadas ao zoneamento e ordenamento territorial podem ser propostos a partir de tais metodologias e resultados.

Considerando que essa região compõe uma das áreas prioritárias para conservação, por possuir amplos campos de dunas e restingas e outras áreas de preservação permanente, os resultados deste trabalho são um passo para melhor direcionar espacialmente os futuros esforços de caracterização biológica e fundiária em procedimentos de criação de Unidades de Conservação, caso a política pública municipal propusesse estratégias de conservação da vegetação de restinga.

Ainda no campo da conservação de recursos naturais, a tendência verificada de expressiva perda de pequenos fragmentos de vegetação nativa no interior, pode ser motivador de proposição de uma política de incentivo a manutenção e recuperação dos fragmentos de restingas nativas, aliada a uma maior fiscalização ambiental focada nestes remanescentes. O próprio Cadastro Ambiental Rural instituído pelo novo código florestal (BRASIL, 2012) fornece o amparo legal para essas políticas.

Outra aplicabilidade da metodologia proposta é a construção ou adequação do zoneamento ecológico-econômico tanto na esfera municipal, quanto estadual. O uso destes resultados como subsídio permitiriam, a partir da definição da vocação das áreas, construir propostas de zoneamento efetivas e tecnicamente ajustadas à realidade regional (e minimizar a adoção de proposições políticas sem o devido respaldo técnico).

Em continuidade aos resultados alcançados nesta dissertação, duas linhas de pesquisas poderiam ser desenvolvidas, a primeira ampliando-se a extensão espacial do trabalho, buscar utilizar os mesmos vetores de ocupação e metodologia de classificação de cobertura da terra para quantificar trajetórias e simular cenários de mudança de uso da terra, abrangendo todos os municípios do litoral sul de Santa Catarina.

A segunda linha seria um estudo pormenorizado com foco na construção de propostas de unidades de conservação da natureza nas áreas com menor tendência a mudanças ou em áreas de maior ameaça. Embasado nos resultados da modelagem dinâmica espacial a análise consideraria ainda o estado atual de conservação, a situação fundiária, as características em relação aos fatores de ocupação e condição legal em relação ao código florestal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSE, R.M.; OMRANI, H.; CHARIF, O.; GERBER, P.; BÓDIS, K. Land use changes modelling using advanced methods: Cellular automata and artificial neural networks. The spatial and explicit representation of land cover dynamics at the cross-border region scale. **Applied Geography**, v. 53, p. 160-171, 2014.

BESER DE DEUS. **Espaço e tempo como subsídios à construção de cenários de uso e cobertura da terra para o planejamento ambiental na Amazônia: o caso da bacia do Rio Acre**. Rio de Janeiro, 2013. 400 f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

BRASIL. Lei nº 12.727 de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.

BRASIL. Lei nº 11.977 de 7 de julho de 2009. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida - PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa da Geodiversidade do Estado de Santa Catarina. Brasília:** CPRM, 2010. 1 mapa: color. escala 1:500.000. Disponível em <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade\\_santa\\_catarina.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_santa_catarina.pdf)> Acesso em: 23/07/2014.

DIEGUES, Antonio Carlos. Human populations and coastal wetlands: conservation and management in Brazil. *Ocean & Coastal Management*, v. 42, n. 2, p. 187-210, 1999.

DNPM. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Mapa geológico do estado de Santa Catarina.** [S.l.]: DNPM, 1986. 1 mapa: color.; Escala 1:500.000.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica:** período 2012-2013. São Paulo: ArcPlan, 2014. 61p.

ICMBIO - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Conservação da Biodiversidade na Zona Costeira e Marinha de Santa Catarina.** Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/images/Conserva%C3%A7%C3%A3o%20da%20Biodiversidade%20na%20Zona%20Costeira%20e%20Mariana%20de%20Santa%20Catarina.pdf>> Acesso em: 16 mar. 2015. 2011. 36p.

JABLONSKI, S.; FILET, M. Coastal management in Brazil - A political riddle. *Ocean & Coastal Management*, v. 51, n. 7, p. 536-543, 2008.

MEENTEMEYER, V. Geographical perspectives of space, time, and scale. *Landscape ecology*, v. 3/4, p. 163-173, 1989.

MORAES, A.C.R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro.** São Paulo: Annablume, 2007.

RINDFUSS, R.R.; WALSH, S.J.; TURNER II, B.L.; FOX, J.; MISHRA, V. Developing a science of land change: challenges and methodological issues. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 101, n. 39, p. 187-210, 1999.

ROUNSEVELL, M.D.A.; PEDROLI, B.; ERB, K-H.; GRAMBERGER, M.; BUSCK, A.G.; HABERL, H.; KRISTENSEN, S.; KUEMMERLE, T.; LAVOREL, S.; LINDNER, M.; LOTZE-CAMPEN, H.; METZGER, M.J.; MURRAY-RUST, D.; POPP, A.; PÉREZ-SOBA, M.; REENBERG, A.; VADINEANU, A., VERBURG, P.H.; WOLFSLEHNER, B. Challenges for land system science. **Land Use Policy**, v. 29, n. 4, p. 899-910, 2012.

SANTOS, C.R. **Proposta dos critérios de planejamento da gestão integrada da orla marítima dos municípios do litoral Sul de Santa Catarina**. Florianópolis, 2008. 288p. Relatório Técnico.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4 ed. São Paulo: Edusp, 2006. 259p.

SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO. **Revisão do plano de gestão da zona costeira setor 05 - Sul**. Florianópolis: Relatório Oficial da Diretoria de Desenvolvimento das Cidades/SPG/Governo de Santa Catarina, 2013. 50p.

SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO. **Roteiro metodológico de abordagem das questões que serão objeto de análise para a construção do termo de ajuste de conduta para os municípios do litoral sul de Santa Catarina**. Florianópolis: Relatório Oficial da Diretoria de Desenvolvimento das Cidades/SPG/Governo de Santa Catarina, 2014. 36p.

SCHERER, A.; MARASCHIN-SILVA, F.; BAPTISTA, L.D.M. Florística e estrutura do componente arbóreo de matas de restinga arenosa no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 4, p. 717-726, 2005.



## **APÊNDICE 1. Questionários aplicados nas entrevistas\***

\*Pesquisa aprovada no Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina - CEPESH-UFSC  
CAAE: 44295515.1.0000.0121







Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Filosofia e Ciências Humanas  
Programa de Pós-Graduação em Geografia

**Título da Pesquisa: FATORES QUE INFLUENCIAM NA OCUPAÇÃO NA ZONA COSTEIRA DO SUL DE SANTA CATARINA.**

Orientador: Carlos Antonio Oliveira Vieira

Pesquisador Mestrando: Daniel Cohenca

**Obs. Os questionários serão orientadores pois as entrevistas são qualitativas.**

*Questionário 1 - Representantes das Prefeituras Municipais*

**Nome:**

**Idade:**

**Profissão/Cargo:**

1. Qual a População fixa do município?
2. Qual a População flutuante do município?
3. Qual a População Rural do município?
4. Qual o percentual aproximado de residências que são de população flutuante e de moradores permanentes?
5. Qual a sequência de desmembramentos municipais que originou o Município?
6. Quais as principais atividades econômicas atuais no município.
7. Quais as principais atividades econômicas pretéritas no município.
8. Quando iniciou-se as primeiras fazendas de Pinus?
9. Quando iniciou-se as primeiras fazendas de arroz?
10. Quais as diretrizes para ocupação da zona costeira do município em termos de expansão imobiliária? Quais os incentivos? O que o setor gera para o município?
11. Quais as diretrizes para a agricultura e pecuária? Quais os incentivos? O que o setor gera para o município?
12. Quais as diretrizes para a turismo? Quais os incentivos? O que o setor gera para o município?
13. Qual a importância da criação de áreas verdes, parques e espaços protegidos para o turismo no município?

14. Existe algum plano de criação de unidade de conservação?
15. Quais os instrumentos legais de gestão costeira do município? Tem Plano Diretor? Qual as diretrizes principais em termos de ocupação do território do município?
16. Como foi a participação popular e as discussões que originaram o Plano Diretor atual?
17. Existia algum plano diretor ou regramento urbano anterior ao atual?
18. Qual foi a influência de Torres na ocupação de Passo de Torres.
19. Com a nova ponte de Torres a Passo de Torres, já se observa alguma alteração: no mercado imobiliário? nos costumes? na migração diária?
20. Quais os principais problemas no uso do território?
21. Quais os trâmites e restrições impostos pela prefeitura a construção de residências nos lotes litorâneos.



Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Filosofia e Ciências Humanas  
Programa de Pós-Graduação em Geografia

**Título da Pesquisa: FATORES QUE INFLUENCIAM NA OCUPAÇÃO NA ZONA COSTEIRA DO SUL DE SANTA CATARINA.**

Orientador: Carlos Antonio Oliveira Vieira

Pesquisador Mestrando: Daniel Cohenca

**Obs. Os questionários serão orientadores pois as entrevistas são qualitativas.**

*Questionário 2 - Representantes dos Cartórios*

**Nome:**

**Idade:**

**Profissão/Cargo:**

1. Quais os loteamentos litorâneos existentes,
2. Qual a História dos loteamentos litorâneos?
3. Como foi origem da subdivisão fundiária ocorrida na zona rural e na zona litorânea.

Solicitar o preenchimento da tabela:

Loteamento	Data de Criação	Data de Licença

4. História dos sítios e fazendas do interior, em termos gerais como foi origem da divisão fundiária.
5. Quais os padrões de ocupação rural atual. onde localizam-se as Pequenas propriedades e as grandes propriedades?
6. Existem Empresas ou pessoas físicas?
7. Qual o volume médio de transferências fundiárias nas Pequenas nas grandes propriedades rurais por ano? E nos lotes litorâneos?



Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Filosofia e Ciências Humanas  
Programa de Pós-Graduação em Geografia

**Título da Pesquisa: FATORES QUE INFLUENCIAM NA OCUPAÇÃO NA ZONA COSTEIRA DO SUL DE SANTA CATARINA.**

Orientador: Carlos Antonio Oliveira Vieira

Pesquisador Mestrando: Daniel Cohenca

**Obs. Os questionários serão orientadores pois as entrevistas são qualitativas.**

*Questionário 3 - Responsáveis por grandes propriedades rurais.*

**Nome:**

**Idade:**

**Profissão/Cargo/Função:**

1. Qual o nome da propriedade?
2. Quantos Hectares possui a propriedade?
3. Quais os itens de produção?
4. Pertence a Pessoa Física ou empresa?
5. Qual a história da propriedade? (Quando surgiu, o que produzia, transações, compra e venda de parcelas)
6. Qual a história fundiária da vizinhança?
7. Quais os planos empresariais de produção e negociação fundiária?
8. (buscar mapear sobre mapa ou carta imagem)



Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Filosofia e Ciências Humanas  
Programa de Pós-Graduação em Geografia

**Título da Pesquisa: FATORES QUE INFLUENCIAM NA OCUPAÇÃO NA ZONA COSTEIRA DO SUL DE SANTA CATARINA.**

Orientador: Carlos Antonio Oliveira Vieira

Pesquisador Mestrando: Daniel Cohenca

**Obs. Os questionários serão orientadores pois as entrevistas são qualitativas.**

*Questionário 4 - Municípes detentores da história de ocupação da região (urbano ou rural).*

**Nome:**

**Idade:**

**Profissão/Cargo:**

1. Quando Chegou no município?
2. Porque veio morar no município?
3. Como era a região naquele tempo?
4. Como eram as condições de transporte e infraestrutura (energia, estradas, comércio) nesse tempo?
5. Quais as principais mudanças na paisagem observadas e quando ocorreram (aproximadamente)?
6. Quais as principais mudanças no modo de vida e quando ocorreram (aproximadamente)?
7. Quais os principais produtos agrícolas nessa comunidade?
8. Qual o tamanho dos lotes? Como foi a história dessa subdivisão ou agregação fundiária? (mostrar mapas e buscar entender os padrões de ocupação)